

IDŐJÁRÁS

4

1958. JÚLIUS—AUGUSZTUS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET
HIVATALOS LAPJA

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG :

Prof. dr. F. BAUR (Bad Homburg)
 Dr. BÉLL B.
 Dr. BERKES Z.
 BODOLAI I., a fiz. tud.
 kandidátusa
 Prof. dr. M. ČADEŽ (Beograd)
 Prof. dr. F. F. DAVITAJA
 (Moszkva)
 Prof. dr. DÉSI F. felelős szerkesztő
 Dr. HILLE A.
 Prof. dr. Sz. P. HROMOV
 (Moszkva)
 S. JAHO (Tirana)
 Dr. KAKAS J. szerkesztő
 P. KASNECI (Tirana)
 Dr. KÉRIM.
 Prof. dr. M. KONČEK (Bratislava)
 Prof. dr. L. KRASTANOV (Szófia)
 Prof. dr. J. LUGEON (Zürich)
 Prof. dr. A. MÄDE (Halle/Saale)
 Prof. dr. W. OKOLOWICZ
 (Warszawa)
 Dr. OZORAI Z.
 Dr. J. PASZYNSKI (Warszawa)
 Prof. dr. H. PHILIPPS (Potsdam)
 Prof. dr. R. SCHERHAG (Berlin)
 Prof. dr. F. STEINHAUSER
 (Wien)

*

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL:

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

*

ELŐFIZETÉS:

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

*

MEGJELENIK KÉTHAVONKÉNT
 EGYES SZÁM ÁRA 8 FT

TARTALOM

W. Parczewski (Warszawa) : Intensity of precipitation and frequency of electric discharges in thunderstorms (Zivatarok csapadéksűrűsége és a villamos kisülések gyakorisága) 189

W. Höhne (Halle) : Technische Hilfsmittel bei mikrometeorologischen Temperaturmessungen mit Thermoelementen (Technikai segédeszközök termoelemekkel végzett mikrometeorológiai hőmérsékletmérésekhez) 195

Péczely György : A Balaton hatása a nedvesség és hőmérséklet alakulására 207

Hajósy Ferenc : Párhuzamos csapadékmérések a Meteorológiai Intézet műszerkertjében 212

SZEMLE

Még egyszer a frontokról és légtömegekről (Ozori Zoltán) 220

Magyarországi nyárközepek szárazsága két évvel a szélsőséges napfolttevékenységek előtt (Franz Baur) 223

A Drogajcev-féle csapadékelőrejelzés beválása (Berkes Zoltán) 225

Druckanstieg in hohen Luftschichten bei zunehmender ultravioletter Strahlung — Erwiderung und Ergänzung (Nyomásemelkedés a magasabb légrétegekben fokozódó ibolyántúli sugárzás esetén — Válasz és kiegészítés). (Franz Baur) 226

A sfericus meteorológiai alkalmazásáról (Mezősi Miklós) 228

A valódi horizontról (Szakály József—Szilágyi Tibor) ... 231

Hegyek hatásának figyelembevétele a nyomásmező előrejelzésénél (Tánczer Tibor) 233

A nedvességmérés aerológiai kérdései (Pápai László) 235

Két különböző térképvetület mechanikus átrajzolhatóságának elvi alapjai (Tóth Pál) 238

IRODALOM

Bernhardt, F.—Philipp, H. : A besugárzás, a kisugárzás és a sugárzásmérleg térbeli és időbeli eloszlása a tengerszinten. I. rész. A besugárzás (Takács Lajos) 242

Reiter, E. R. : Innsbruck éghajlata (Endrédi Gabriella) ... 243

Dietze, G. : Bevezetés a légköri optikába (Rákóczi Ferenc) 243

KRÓNIKA 244

Wladyslaw Parczewski (Warszawa):*

Intensity of precipitation and frequency of electric discharges in thunderstorms

Niederschlagsintensität und Häufigkeit der Blitzentladungen in Gewitterwolken.

Der Zusammenhang zwischen der Niederschlagsdichte und Frequenz der hörbaren Blitzentladungen in Gewitterwolken wird an Hand des gesammelten Beobachtungsmaterials untersucht. Es wird auf die wichtige Rolle hingewiesen, welche die vertikalen Strömungen bei der Form des Zusammenhanges haben. Die allgemein übliche Methode der Niederschlagsregistrierung macht es nicht möglich die kurzen Schwankungen der Niederschlagsdichte zu bestimmen. Es werden Beispiele gezeigt, wie sich der Gang der beiden Phänomene bei einigen Gewittern abspielte, bei denen die Korrelation klar hervortritt.

×

General considerations. Very great electric potential differences occur in the atmosphere under natural conditions only in the case of exceptionally intensive condensation of water vapour for which reason a research of relations between intensity of precipitation and frequency of electric discharge in thunderstorms appears justified. *Sziszkin* [5] in pointing out this problem, stresses the necessity of augmenting the scanty experimental material available at present.

Basic observational data were obtained by noting (by means of a seconds counter) the time passing between the audible electric discharges and taking from the pluviograms the development of thundercloud precipitation intensity. Attention is called to the fact that the development of the precipitation intensity curve showed certain deviations when during a thunderstorm the rainfall was accompanied by hail. Our measurements involve certain errors caused by the fact that they refer to electrical discharges occurring in different discharge zones and that thus the audible effects of such discharges — even if they occur simultaneously — reach the observer's ear at different times. An important condition is that the centre of the thundercloud pass directly over the place of observation because otherwise the development of electric discharge frequency does not find its proper reflection in the development of thundercloud precipitation.

* Author of this paper is *Wladyslaw Parczewski*, Professor of the Central School of Rural Economics, Warszawa.

According to *Sziszkin* [5], the relation between discharge frequency and precipitation intensity takes the following form :

$$\nu = \frac{dn}{dt} = \frac{Q \cdot I \cdot s}{q_1} \quad (1)$$

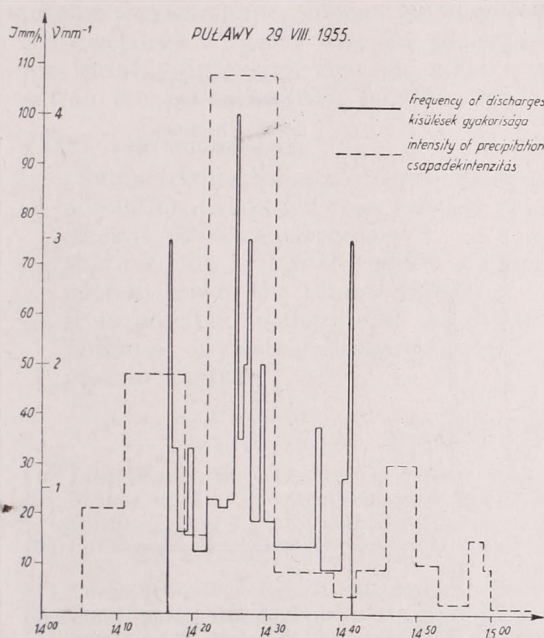
where : ν — frequency of electric discharges,
 n — total amount of electric discharges,
 Q — specific electric charge of a rain drop,
 I — intensity of storm precipitation,
 s — surface of the horizontal cross section of the zone of electric discharges in a Cb cloud,
 q_1 — specific electric charge of rain drops moved by a single electric discharge.

From formula (1) it appears that generally the frequency of electric discharges should rise with increasing intensity of storm precipitation. Equation (1) does, however, not explain the relation between the individual sudden changes in electric discharge frequency, which have been observed experimentally. In our opinion this relation is a consequence of the interdependence between actual distribution of vertical air currents inside the thunderclouds and electric discharge frequency. The intensity of water vapour condensation for a given value of specific humidity is proportional to the velocity of the updraught, whereby the formation mechanism of very high electric charges of opposite sign is contingent on the presence of sufficient quantities of water vapour inside the cloud as well as appropriately strong upward air currents [7]. In a critical survey of the results of thundercloud investigations, *Mason* [2] determines the main velocity of air currents at 7 m/sec and indicates that velocities of approx. 15 m/sec are also frequently observed. From our experimental investigations [4] it appears that in thunderclouds being in an active stage the velocity of vertical air current was always in excess of 15 m/sec, and — in some cases — even above 30 m/sec. When the water droplets coalesce, the electric charge of the newly formed drops should increase as the square of their size or even faster. This was proved experimentally by *Twomey* [6] who found in positively charged droplets with a radius of 10μ an electric charge of 10^{-7} e. s. u., in drops of 100μ a charge up to 10^{-5} e. s. u. In our opinion this fact justifies the assumption that it is the distribution of vertical air currents inside the clouds on which is indirectly depending the magnitude of the electric charge and its spatial distribution in the thundercloud.

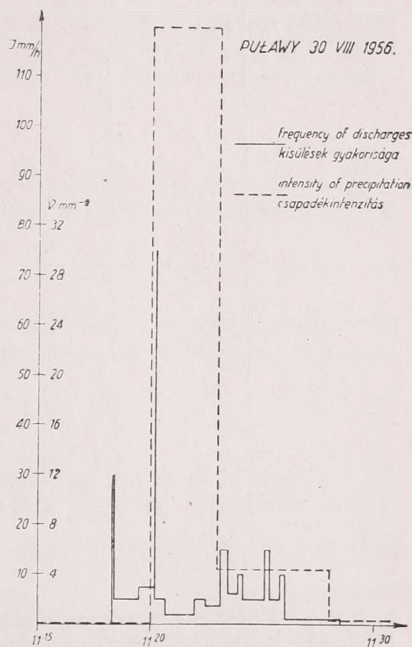
The upward currents, by carrying droplets of minor size, contribute to the formation of huge electric potential differences inside the thunderclouds. The downdraughts occurring in the respective parts of the cloud will then decrease the mutual distance between oppositely charged drops, increasing thereby the frequency of electric discharges. As the intensity of thunderstorm precipitation — given a sufficient amount of water vapour — is inversely proportional to the velocity of the upward flowing and directly proportional to the velocity of the downward flowing air currents, any increase in velocity and number of downdraft inside the clouds will consequently cause an increase in electric discharge frequency.

We may also add that it is not possible in principle to distinguish in ordinary pluviogramms changes in precipitation intensity of the order of a minute or less, especially if such changes are relatively small. For this reason it proved

impossible to determine from the material in hand whether a correlation exists between short-time changes in electric discharge frequency and short-time changes in thunderstorm precipitation intensity. In order to determine the existence resp. non-existence of such correlation it would be necessary to make closer investigations into precipitation intensity. *Litwinow* [1], by taking precipitation samples on filter paper at intervals of 0,5 to 2 minutes, established the fact that the intensity of precipitation shows continuous changes within mean limits of 30—40%, which changes did not show up even on pluviogramms corresponding to 6,5 hours rotation of the cylinder drum.



1. ábra — Fig. 1: Elektromos kisülések gyakorisága és a csapadékinintenzitás Pulawy-ban 1955. augusztus 29-én. — *Frequency of electric discharges and intensity of precipitations in Pulawy on August 29th 1955.*



2. ábra — Fig. 2: Elektromos kisülések gyakorisága és a csapadékinintenzitás, Pulawy, 1956. aug. 30. *Frequency of electric discharges and intensity of precipitations in Pulawy on August 30th 1956.*

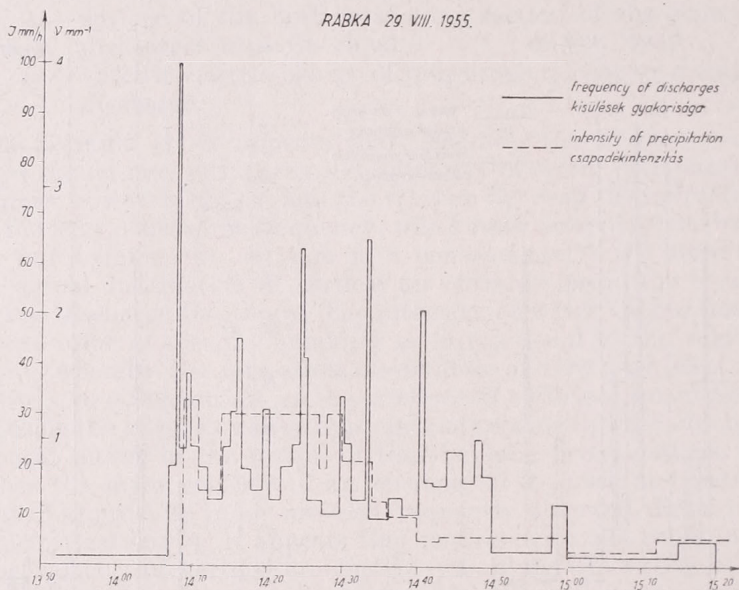
From the above it appears that by using more precise measuring methods the periods of seemingly uniform precipitation intensity could be broken up into groups of intensity changes of shorter duration, as was done successfully in measuring electric discharge frequencies (*Fig. 1, 2, 3*). We may thus assume that application of finer measuring methods would permit segregation of the various intensities of storm precipitation, and that they would probably be analogous to the changes in electric discharge frequency.

Let us also note that the expected relation between storm precipitation intensity and electric discharge frequency may not be fulfilled for the reason that although there exists an appropriate distribution of downward streaming elements inside the cloud, there may exist below the cloud base strong upward air currents which impede or even prevent the fall of raindrops on the earth.

Such cases can, however, be usually eliminated as they are announced by the appearance of *Cumulonimbus mammatus* [3].

All of the abovementioned reservations show that even in properly conducted observations the relation between precipitation intensity and discharge frequency (which we regard as a secondary phenomenon) may not always become fully apparent in the relatively short time of the passage of a thunderstorm over a given locality.

Analysis of results. The relation in question was clearly manifested in eight from a total of eleven investigated cases, so that the results may be



3. ábra — Fig. 3 : Elektromos kisülések gyakorisága és a csapadékintenzitás Rabkában 1955. augusztus 29-én. — Frequency of electric discharges and intensity of precipitations in Rabka on August 29th 1955.

regarded as positive. Specially good coincidence was obtained in flat terrain, evidently due to absence of the distorting influence of high ground elevations.

Measurements of audible electric discharges were made during eleven thunderstorms of which six were storms occurring in atmospheric frontal zones, whereas five were local storms. It may be noted that in the cases investigated by us the mean time fo electric discharge coincides with that reported by *Mason* [1].

In the following some examples of measurements of discharge frequency and precipitation intensity will be given.

During a local thunderstorm over Pulawy on August 29, 1955, maximal precipitation intensity reached the value of 108 mm/h within 9 minutes, and 23 audible electric discharges were noted within 24 minutes. By comparing the development of precipitation intensity with the frequency of discharges we find a definite correlation (*Fig. 1*). Maximum frequency of audible discharges coincides with maximal rain intensity (accompanied by slight hail fall).

Conformity between frequency of electric discharges and intensity of precipitation was observed also during the thunderstorm in the atmospheric

front zone which passed over Pulawy on August 30, 1956 (*Fig. 2*). Precipitation intensity reached within 3 minutes the value of 120 mm/h, and 21 audible electric discharges were noted within less than 11 minutes, this being the highest mean frequency observed in our investigations. Also the maximal frequency of electric discharges reached in this case the highest observed value.*

During the local thunderstorm over Rabka on August 29, 1955 maximal precipitation intensity reached in the first two minutes a value of 33 mm/h, followed by two secondary slightly lower maxima of 30,5 mm/h. Within 50 minutes 41 audible electrical discharges were noted. The first three periods of distinctly increased discharge frequency coincided with the precipitation intensity maxima mentioned above (*Fig. 3*). Only the fourth period of increased discharge intensity was not accompanied by a corresponding increase of precipitation intensity. One may thus assume that the relation under investigation was confirmed also by this case.

Final conclusions.

- Summarizing the above considerations we arrive at the conclusion that :
- a relation exists between sudden changes in precipitation intensity and electric discharge frequency ;
 - this relation is due to sudden changes in the distribution of vertical air current inside the thundercloud ;
 - it is possible to determine approximately (at least in flat terrain) the potential of electric discharges during thunderstorms by means of pluviogram analysis.

LITERATURE

- [1] *Litwinow, J. W.* : O spektrie dozda. Izv. Akad. Nauk ZSRR, nr 1, Moskwa 1956.
- [2] *Mason, B. J.* : A critical examination of theories of charge generations in thunderstorm. *Tellus* 5, 446—460. Stockholm 1953.
- [3] *Parczewski, W.* : Osobliwe ksztalty chmur. *Gaz. Obserw. PIHM* Nr. 8 (44), Warszawa 1951.
- [4] *Parczewski, W.* : Studia nad pradami pionowymi w obszarach wystepowania chmur Cumulus i Cumulonimbus. *Przeglad Met. i Hydr.* VIII, z. 1, Warszawa 1955.
- [5] *Sziszkin, N. S.* : Oblaka, osadki i grozoweje elektriczestwo. Moskwa, 1954.
- [6] *Twomey, S.* : The electrification of individual cloud droplets. *Tellus*, 8, 445—452, Stockholm, 1956.
- [7] *Twomey, S.* : Electric charge separation in subfreezing Cumuli. *Tellus* 9, 384—393, Stockholm 1957.

ZIVATAROK CSAPADÉKSŰRŰSÉGE ÉS A VILLAMOS KISÜLÉSEK GYAKORISÁGA

Igen nagy villamos potenciál különbségek a vízgőznek csak rendkívül heves kicsapódása esetében lépnek fel, azért indokolt a vizsgálat arra vonatkozólag, hogy a két jelenség között minő kapcsolat áll fenn.

A vizsgálatához szükséges megfigyelési anyag gyűjtésének módszere az volt, hogy másodperc-órával meghatározták a hallható villamos kisülések közötti időtartamot és kielemezték a csapadéksűrűség alakulását az esőíró feljegyzéséből. Fontos feltétel volt, hogy a zivatar pontosan a megfigyelőhely

* The scale used in *Fig. 2* differs for technical reasons from the one used in the two other graphs.

felett vonuljon át, mert másként a villamos kisülések gyakorisága nem tűrődhetik a zivataros csapadék sűrűségmenetében.

Siskin szerint a két jelenség közötti kapcsolat az (1) képlettel írható le, ahol n a villamos kisülések teljes száma, Q az egyes esőcseppek fajlagos villamos töltése, I a csapadéksűrűség, s a villamos kisülési zóna vízszintes metaszetének felülete a zivatarfelhőben, q_1 egy villamos kisülés által megmozgott esőcseppek fajlagos villamos töltése. Az egyenlet azonban nem ad magyarázatot a kisülések gyakoriságának egyéni változásaira, melyeket a megfigyelés szolgáltat. A szerző véleménye szerint ebben lényeges szerepe van a kellő vízgőzmennyiség mellett a feláramlások sebességének is, melynek értékét működő zivatarfelhőnél mindig 15 m/sec-nél nagyobbak, néha 30 m/sec felettinek találták. Minthogy cseppek összefolyásánál a villamos töltés a cseppek térfogatának négyzetével arányosan nő, föltehető, hogy közvetve a függélyes áramlások eloszlásától függ a villamos töltések nagysága és térbeli eloszlása a zivatarfelhőben.

A felszálló áramok a kis cseppek felragadása által hozzájárulnak az igen nagy potenciál-különbségek létrehozásához a felhő belsejében, a leszálló áramok pedig csökkentik a különböző előjelű töltések távolságát és ezáltal gyakoribbá teszik a kisüléseket. Minthogy a zivataros csapadék elégséges vízgőztartalom mellett fordítva arányos a felszálló áramok sebességével és egyenesen arányos a leszálló áramokéval, utóbbiak sebességének és számának növekedése megnöveli a kisülések gyakoriságát is.

Az esőírók szalagján azonban nem lehet percenkénti, vagy annál kisebb változásokat kielemezni, ezért a csapadéksűrűség és a kisülések gyakran igen gyors változásainak a kapcsolatát nem lehet még felfedni. *Litvinov* [1] által filter papírral fölvetett csapadékminták 30—40% sűrűségingadozást mutattak 0,5—2 percen belül, melyeket még a 6,5 órás körülforgású esőíró-szalag sem mutatott. A kisülések gyakoriságának változása jobban felbontható.

Megtörténik, hogy felhő alatti feláramlások gátolják az esőcseppek lehullását a talajra, de ilyen esetek elkülöníthetők, mert rendszerint Cb mammatus kialakulásával járnak.

Az említett fenntartások mutatják, hogy még helyesen végrehajtott megfigyelés esetében is előfordulhat, hogy a csapadéksűrűség és a kisülések gyakorisága között (amit a szerző szekunder jelenségnek tart) nem mutatkozik meg teljesen a kapcsolat olyan rövid idő alatt, amíg a zivatarfelhő adott hely felett átvonul.

A két jelenség közötti kapcsolat 11 megfigyelt esetből 8-nál tisztán megnyilvánult és főleg sík terep felett volt szembeűnő. A 11 zivatar közül 6 volt front zivatar, 5 pedig helyi zivatar.

A megfigyelési anyagból közölt ábrák (1., 2., 3. ábra) és a fentebb kifejtettek alapján megállapítható, hogy:

kapcsolat áll fenn a csapadéksűrűség és a villamos kisülések gyakoriságának gyors változásai között;

ezt a kapcsolatot a felhő belsejében fellépő függélyes légáramlások eloszlásának gyors változásai alakítják ki;

lehetőség van arra, hogy közelítőleg meghatározzuk (legalábbis sík terep felett) egy zivatar folyamán a villamos kisülések potenciálját az esőíró digrammjának kielemezése segítségével.

Technische Hilfsmittel bei mikrometeorologischen Temperaturmessungen mit Thermoelementen

Technical supplementary means in micro-meteorological temperature measurements using thermo-couples. The effect of stray secondary thermoelectric forces and the possibilities of their avoidance, and also the accomplishment and evaluation of the thermo-couple calibration are treated. The following technical supplementary means are described: a waterproof plug-contact with terminal screws to connect the measuring elements with the copper and constantan leads, a thermostat to keep the reference junction at a constant temperature, and a detachable mounting to suspend the measuring element in micro-climatological measurements of temperature gradients.

×

Thermoelemente haben im letzten Jahrzehnt bei mikrometeorologischen Temperaturmessungen in zunehmendem Maße Bedeutung erlangt, nachdem es gelungen war, einige Nachteile zu beseitigen, die der Anwendung bisher im Wege standen. Da die temperaturempfindlichen Teile der Meßorgane punktförmig sind, lassen sich die Meßkörper beliebig klein halten und fast in jede gewünschte Form bringen, was sich für eine universelle Verwendbarkeit sehr günstig auswirkt. In dieser Beziehung sind die thermoelektrischen Meßanlagen den widerstandselektrischen weit überlegen, auch dann wenn als temperaturempfindliche Widerstände Halbleiter (sog. Thermistors) verwendet werden [7].

Am Agrarmeteorologischen Institut der Universität Halle wird für mikroklimatologische Temperaturmessungen eine Registriereinrichtung benutzt, die 1952 von *Mäde* [9] beschrieben worden ist. Sie besteht aus der Kombination eines lichtelektrischen Meßgrößenverstärkers und eines Sechsfarben-Fallbügelschreibers. Als Meßorgane dienen Kupfer-Konstantan-Thermoelemente mit einer Drahtstärke von 0,05 mm. Da der dem Schreibgerät zugeführte Meßstrom der EMK des betreffenden Thermoelementes proportional ist, beeinflußt der infolge der Korrosion der Haardrähte variable Widerstand des Meßkreises den Meßwert nicht. Eine Abschätzung der bei mikroklimatologischen Registrierungen auftretenden Einflußgrößen und Fehler findet sich in [4].

Im folgenden sollen einige technische Hilfsmittel und Verfahren beschrieben werden, die sich bei der Durchführung der Messungen und bei deren Auswertung bewährt haben.

Vermeidung parasitärer Thermokräfte im Meßkreis

Thermoelektrische Messungen können bekanntlich durch sekundäre Thermokräfte empfindlich gestört werden. Hierunter versteht man Thermospannungen, die außerhalb der Meß- und Vergleichslötstellen im Meßkreis entstehen. Sie können einmal durch Inhomogenitäten des verwendeten Drahtmaterials verursacht werden. Diese Störungen dürften aber bei mikrometeorologischen Messungen nur in seltenen Fällen von Bedeutung sein, weil im allgemeinen längs der Drähte keine allzu starken Temperaturgradienten zu erwarten sind. Weit stärker wirken sich Thermokräfte aus, die durch Verwendung unterschiedlicher Drähte des gleichen Metalls innerhalb eines Meßkreises verursacht werden, falls sie infolge geringer Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung oder Härte eine — wenn auch kleine — Thermospannung

* Verfasser des Aufsatzes, Dr. Werner Höhne ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Universitätsinstitut für Agrarmeteorologie, Halle/a. S.

gegeneinander aufweisen. Diese Fehler lassen sich weitgehend vermeiden, wenn die Drähte zwischen den Lötstellen und den Anschlußklemmen des Meßinstrumentes einerseits und die zwischen den Lötstellen andererseits aus einem durchgehenden Drahtstück bestehen. Leider ist dies bei meteorologischen Messungen in den meisten Fällen aus folgenden Gründen nicht möglich: An der Meßblötstelle müssen im Interesse eines geringen Strahlungs- und Wärmeleitungsfehlers [4] dünne Haardrähte benutzt werden, die sich aber wegen ihrer geringen mechanischen Festigkeit und ihres hohen Widerstandes für längere Leitungen nicht eignen. Da die Haardrähte leicht zerstört werden können und beim Einsatz in stärker industrialisierten Gegenden schon nach wenigen Wochen einen starken Schmutzansatz zeigen, müssen die Thermoelemente leicht auswechselbar sein. Hierzu ist es zweckmäßig, zwischen Thermoelement und Ausgleichsleitung eine lösbare Verbindung vorzusehen.

Es lassen sich daher außer den Meß- und Vergleichslötstellen einige weitere Verbindungsstellen nicht vermeiden; im einzelnen sind dies bei den am Agrarmeteorologischen Institut Halle verwendeten Meßeinrichtungen die Lötungen zwischen den Haardrähten und den zugleich als Halterung dienenden stärkeren Drähten, sowie die lösbaren Verbindungen zwischen Thermoelement und Ausgleichsleitung, Ausgleichsleitung und Kabel, Kabel und Meßgerät. An den beiden letztgenannten Verbindungsstellen lassen sich die Störungen vermeiden, wenn die korrespondierenden Stellen der Hin- und Rückleitung jeweils auf gleicher Temperatur gehalten werden. Bei den Lötungen zwischen den Haardrähten und den stärkeren Drähten und ferner bei den Verbindungen zwischen Thermoelement und Ausgleichsleitung sind jedoch noch andere Gesichtspunkte zu beachten.

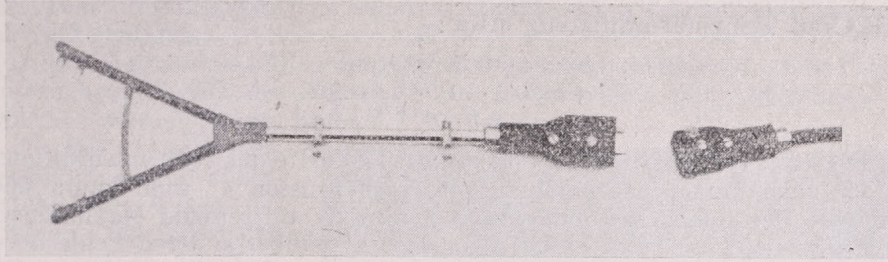
Bei den hier verwendeten Kupfer-Konstantan-Thermoelementen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, in den Ausgleichsleitungen die gleichen Drähte wie in den Thermoelementen zu verwenden. In den Verbindungsstücken wird ebenfalls Kupfer und Konstantan als Kontaktmaterial benutzt. Die Teile, welche die elektrischen Verbindungen herstellen, sollen recht massiv sein, damit zwischen den Enden keine größeren Temperaturunterschiede auftreten können, was bei abweichenden thermoelektrischen Eigenschaften der beiden Materialien zu störenden Thermospannungen führen würde. Im übrigen wird von den Verbindungsstücken eine sichere Kontaktgabe verlangt.

In der letztgenannten Hinsicht haben die bisher benutzten, von *Mäde* [9] beschriebenen Schraubkupplungen im Dauereinsatz nicht ganz den Erwartungen entsprochen. Hinzu kommt, daß die Drähte der Ausgleichsleitungen bei unsachgemäßer Handhabung der Kupplungen leicht abbrechen. Die Reparatur ist relativ umständlich.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurde ein neues Kupplungsteil entworfen, dessen Herstellung bei größeren Stückzahlen außerdem bedeutend billiger ist. Das Verbindungsstück (siehe *Abb. 1*) besteht aus Kupplung und Stecker. Es ist spritzwasserdicht; nennenswerte Fehler durch Kurzschluß sind jedoch auch bei starker Durchnässung nicht zu befürchten.

Die Stecker werden mittels Klemmschrauben in den Buchsen befestigt, so daß ein sicherer Kontakt gewährleistet sein dürfte. Stecker und Kupplung sind kompakt gehalten und bestehen aus dem Metall der zu verbindenden Leitungen. Der Konstantanstecker und die Bohrung der Konstantanhülse haben einen größeren Durchmesser als die entsprechenden Kupferteile. Deshalb ist ein verkehrtes Zusammenstecken der Verbindungsstücke unmöglich. Die sie umgebenden Isolierstücke aus dem Kunststoff PVC (Polyvinylchlorid) bestehen

jeweils aus 2 gleichen Hälften, die gegeneinandergeschraubt werden. Die inneren Teile sind leicht zugänglich; eventuell notwendig werdende Reparaturen können daher an Ort und Stelle erledigt werden. Längere Erfahrungen im praktischen Einsatz liegen jedoch mit diesem Verbindungsstück noch nicht vor.



1. ábra — Abb. 1: A csatlakozószerkezet villásdugója és csatlakozója a termoelektromos mérőtestnek a hosszabbító vezetékkel való összekötéséhez. — Stecker und Kupplung des Verbindungsstückes zum Anschluss des thermoelektrischen Messkörpers an die Ausgleichleitung

Bei den Lötungen zwischen den Haardrähnen und den stärkeren, daran anschließenden Drähnen lassen sich hingegen sekundäre Thermospannungen im allgemeinen nicht ganz vermeiden, wenn sie eine von der Temperatur der Meßlötstelle abweichende Temperatur besitzen. Die folgenden Überschlagerrechnungen sollen die Größe dieses Fehlers zeigen:

Wir bezeichnen die Thermo-EMK bei einer Temperaturdifferenz von 1°

beim Thermoelement Kupfer_I-Konstantan_I mit a
 „ „ Kupfer_{II}-Konstantan_{II} mit a'
 „ „ Kupfer_I-Kupfer_{II} mit α
 „ „ Konstantan_I-Konstantan_{II} mit β

Die Temperaturabhängigkeit der Größen a , α und β kann hierbei unberücksichtigt bleiben. Falls die Meßlötstelle die Temperatur T , die Gegenlötstelle die Temperatur T_0 und die Lötverbindungen zwischen den Haardrähnen und den stärkeren Drähnen die Temperatur T' besitzen, und im Meßkreis keine weiteren parasitären Thermokräfte auftreten, ergibt sich die Thermo-EMK gemäß Abb. 2a insgesamt zu

$$E' = \alpha T' + a'T - \beta T' - aT_0$$

Beachtet man, daß

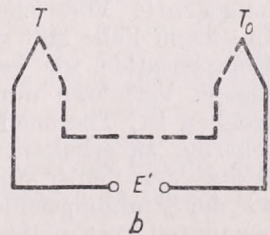
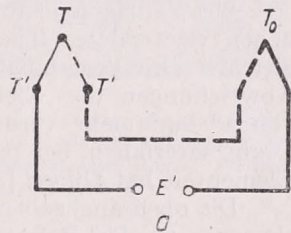
$$a' = a + \beta - \alpha$$

ist, so erhält man nach Umformung

$$E' = a(T - T_0) - (\beta - \alpha)(T' - T).$$

Erfolgt die Eichung mit Thermoelementen der gleichen Drahtmaterialien jedoch ohne die Haardrähne (Schaltbild siehe Abb. 2b), so entspricht der Temperaturdifferenz $T - T_0$ in diesem Falle die elektromotorische Kraft

$$E = a(T - T_0).$$



2. ábra — Abb. 2: A termoelem kapcsolása a hőmérsékletmérés (a) és kalibrálás (b) céljára: vastag vonal: vastag rézhuzal (réz I); vékony vonal: rézhajszálhuzal; vastag szaggatott vonal: vastag konstantánhuzal; vékony szaggatott vonal: vékony konstantánhuzal. — Schaltung des Thermoelements zur Temperaturmessung (a) und zur Eichung (b): stark ausgezogene Linie: starke Kupferdrähne (Kupfer I); schwach ausgezogene Linie: Kupferhaardrähne (Kupfer II); stark gestrichelte Linie: starke Konstantandrähne (Konstantan I); schwach gestrichelte Linie: Konstantanhaardrähne (Konstantan II).

$$\Delta T = -\frac{\beta - \alpha}{a} (T' - T) = \frac{a - a'}{a} (T' - T).$$

Bei den z. Z. von uns verwendeten Drahtmaterialien betragen die Thermo-EMK/Grad Temperaturdifferenz etwa :

$$\begin{aligned} a &= 4 \cdot 10^{-5} \text{ V/Grad} \\ \alpha &= -1 \cdot 10^{-7} \text{ V/Grad} \\ \beta &= -2,5 \cdot 10^{-7} \text{ V/Grad} \end{aligned}$$

Bei stärkerer Einstrahlung und Windstille dürfte die Temperaturdifferenz $T' - T$ auch unter den ungünstigsten Verhältnissen 4° wohl kaum überschreiten. Der infolge sekundärer Thermokräfte auftretende Maximalfehler erreicht somit etwa $\Delta T = +0,015^\circ$ und ist gegenüber anderen Fehlern vernachlässigbar klein. Es muß jedoch betont werden, daß bei technischen Messungen mit Thermoelementen hinsichtlich der Genauigkeit weit geringere Anforderungen gestellt werden. Aus diesem Grunde kann es vorkommen, daß die zwischen verschiedenen Konstantandrähten auftretenden Thermospannungen den oben angegebenen Wert noch um eine Größenordnung überschreiten. Das bedingt einen Meßfehler, der um eine Zehnerpotenz größer ausfällt. Deshalb ist es notwendig, bei Verwendung neuer Drähte die Größen α und β jeweils neu zu bestimmen. Die Ergebnisse zeigen, ob die betreffenden Drahtkombinationen für thermoelektrische Messungen brauchbar sind.

Bei Mehrfachmessungen ist peinlichst darauf zu achten, daß die sämtlichen verwendeten Thermoelemente und Ausgleichsleitungen stets mit den gleichen Drahtkombinationen versehen sind, weil sonst recht beträchtliche Abweichungen der Eichkurven entstehen, die bei Nichtbeachtung Fehler von 1° und mehr verursachen können. Auf die Wirkung unterschiedlicher Drahtmaterialien bei psychrometrischen Messungen mit Eisen-Konstantan-Elementen hat *Gilbert* [2] hingewiesen.

Die oben angegebene Beziehung zeigt, daß der durch sekundäre Thermo-elemente an den Befestigungsstellen der Haardrähte entstehende Fehler das umgekehrte Vorzeichen des Strahlungsfehlers besitzt, falls $(\beta - \alpha) > 0$ ist. In diesem Falle läßt sich der Strahlungsfehler verkleinern. Eine vollständige Kompensation wie bei der in [3] beschriebenen Methode wird jedoch mit diesem Verfahren nur in Ausnahmefällen zu erreichen sein, weil es nicht möglich ist, Thermoelementmaterialien mit exakt vorherbestimmten Eigenschaften zu erhalten. Bei dem von uns verwendeten Drahtkombinationen besitzt der Fehler durch parasitäre Thermoskräfte das gleiche Vorzeichen wie der Strahlungsfehler ; doch ist er dem Betrage nach gegenüber dem letztgenannten vernachlässigbar klein.

Ausschaltung des Vergleichstelleneinflusses

Bei der Konstanthaltung der Temperatur der Gegenlötstelle mittels eines Wasser-Eis-Gemisches in einer Thermosflasche ergaben sich gewisse Schwierigkeiten, wenn die zu messende Temperatur um Null Grad schwankte. Der benutzte Meßgrößenverstärker läßt sich nur dann verwenden, falls die zu messende Spannung ihr Vorzeichen beibehält. Es war daher im Winter und in den Übergangsjahreszeiten bei den mikroklimatologischen Messungen notwendig, mit einer konstanten Zusatzspannung zu arbeiten, was zusätzliche Fehler infolge von Änderungen dieser Spannung mit sich brachte.

Nachdem gezeigt worden war, daß es innerhalb des für meteorologische Temperaturmessungen in Betracht kommenden Temperaturbereiches nicht möglich ist, die veränderliche Thermospannung der Gegenlötstelle durch Zuschaltung einer temperaturempfindlichen Brücke allein mit ausreichender Genauigkeit zu kompensieren [5], galt es einen Thermostaten möglichst hoher Temperaturkonstanz zu schaffen. Dabei waren folgende Forderungen zu berücksichtigen:

1. Der Thermostat sollte eine möglichst geringe Leistungsaufnahme haben, damit er beim Fehlen der Netzspannung notfalls auch mit Akkumulatoren betrieben werden kann.

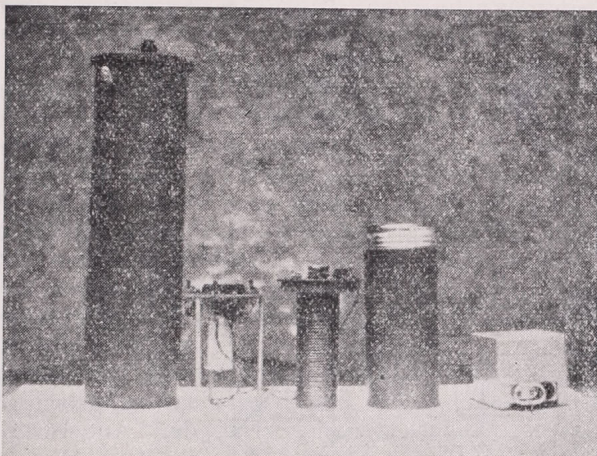
2. Die Temperaturschwankungen im Thermostaten als Folge der einzelnen Heizperioden sollten kleiner als $0,1^\circ$ bleiben, damit sie sich in der Registrierung nicht dem Temperaturverlauf als vorgetäuschte Schwankungen aufprägen.

3. Der Thermostat sollte möglichst klein sein und sich im Freien aufstellen lassen, um längere Konstantanleitungen vermeiden zu können.

4. Um eine Gefährdung des Bedienungspersonals vollständig auszuschalten, sollte der Thermostat mit Schwachstrom betrieben werden.

Die endgültige Form des Thermostaten, die sich in einjähriger Einsatz gut bewährt hat und eine hohe Betriebssicherheit aufweist, ist in *Abb. 3* wiedergegeben. Die gesamte Thermostateinrichtung setzt sich aus dem Thermostatengefäß mit Thermosgefäß, dem Relais und dem Netzanschlußteil zusammen. Die beiden erstgenannten Teile sind übereinander in einem starkwandigen unten verschlossenem PVC-Rohr untergebracht, das beim Einsatz in den Boden elgegraben wird. Die Stromzuleitungen und die Drähte des Thermoelementes werden durch wasserdichte Verschraubungen im Deckel des Gefäßes eingeführt.

Das Thermostatengefäß besteht aus einem oben und unten dicht abgeschlossenen Messingrohr, das mit Petroleum gefüllt ist. Der Mantel des Gefäßes ist mit einer dünnen Isolierfolie überzogen, auf welche die Heizwicklung aufgeklebt wurde. Von oben her lassen sich das Thermoelement und das Schaltthermometer durch Dichtungsbuchsen einführen. Als Schaltthermometer wird eine nach Angaben von *Mäde* hergestellte Spezialausführung der Firma *M. Tischer*, Ilmenau, nach Art des Beckmannthermometers verwendet, das zwei fest eingeschmolzene Kontakte besitzt. Die Schalttemperatur läßt sich beliebig verändern, indem man einen mehr oder weniger großen Teil des Quecksilbers in das Überlaufgefäß bringt. Zur Erzielung eines guten thermischen Kontaktes und damit eines schnellen Ansprechens wird das

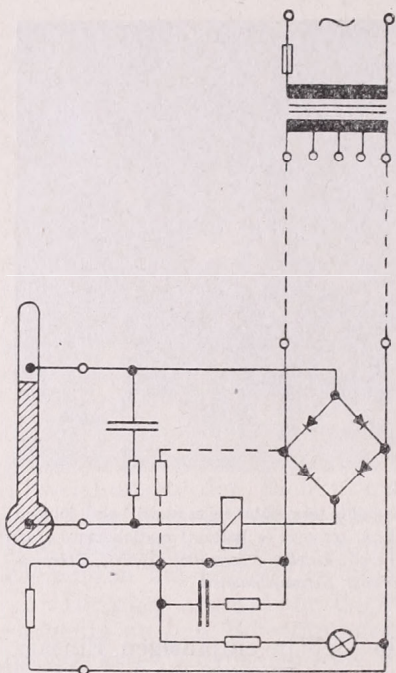


3. ábra — *Abb. 3*: Az összehasonlítós termosztát egyes részei, balról jobbra: PVC tok, relé, termosztát edény, termosz és hálózati csatlakoztató rész. Die einzelnen Teile des Vergleichsstellen-Thermostatengefäß, Thermosgefäß und Netzanschlussteil

Quecksilbergefäß des Schaltthermometers in die Bohrung eines Kupferklotzes eingesteckt, der im Messingrohr innen angelötet ist. Das Thermoelement mit der Gegenlötstelle ist in einem dünnwandigen PVC-Rohr untergebracht. Zur Vermeidung von Wärmeleitungsfehlern werden der 1 mm starke Konstantan- und der 0,8 mm starke Kupferdraht schraubenförmig in das Rohr eingeführt. Die Länge der in die Flüssigkeit eintauchenden Thermoelementschenkel beträgt mindestens 1 m. Die Enden des Kupfer- und des Konstantandrahtes sind nach oben umgebogen, so daß sich die Gegenlötstelle etwa 5 cm über dem unteren Ende der PVC-Hülse befindet. Das Thermostatengefäß wird in ein käufliches Thermosgefäß von 1 l Fassungsvermögen eingesetzt, wodurch sich die Wärmeabgabe nach außen auf ein Minimum reduziert.

Die Schaltung der Regeleinrichtung ist in *Abb. 4* wiedergegeben. Der gestrichelt eingetragene Teil kommt nur dann zur Anwendung, wenn die zu haltende Temperatur weit über der Umgebungstemperatur liegt. Da wegen der geringen Spannung sowie aus Platzmangel ein gepoltes Telegrafienrelais verwendet wird, ist es erforderlich, den Erregerstrom gleichzurichten und zu glätten. Die Glühlampe ermöglicht eine Kontrolle der Arbeitsweise des Gerätes. Der Leistungsbedarf des Thermostaten ist von den Außenbedingungen abhängig und beträgt im Mittel etwa 1,0 bis 1,5 Watt pro 10° Temperaturdifferenz.

Die infolge der diskontinuierlichen Heizung an der Gegenlötstelle auftretenden Temperaturschwankungen besitzen eine Amplitude, die kleiner ist als 0,1°. Die zeitliche Konstanz der Temperaturregeleinrichtung während eines mehrwöchigen Zeitraumes kann bei schwankender Außentemperatur und einwandfreier Arbeitsweise auf 0,2 bis 0,3° veranschlagt werden. Die Temperaturkonstanz von Thermostaten, die für technische Messungen mit Thermoelementen verwendet werden, ist übrigens im allgemeinen wesentlich geringer, wie die Versuche mit einem Vergleichsstellen-Thermostaten des VEB EAW „Karl Marx“, Magdeburg, zeigten. Das gleiche gilt für den von der Firma *Siemens & Halske*, Berlin, hergestellten Thermostaten, der nach [10] ebenfalls nur eine Konstanz von $\pm 1^\circ$ aufweist, was für technische Temperaturmessungen bei hohen Temperaturen sicher völlig ausreichend ist.



4. ábra - *Abb. 4*: A termosztát fűtő- és szabályozó berendezésének kapcsolása. - Schaltung der Heiz- und Regeleinrichtung des Thermostaten.

Bei unseren Temperaturregistrierungen wird übrigens die Konstanz der Vergleichstemperatur laufend kontrolliert, indem eine Meßstelle des Sechsfachschreibers die 0°-Temperatur (Wasser-Eis-Gemisch) mitregistriert. Dadurch ist es ferner möglich, etwaige Änderungen des Verstärkernullpunktes, der Nullage des Galvanometers im Registriergerät sowie die Einflüsse eventueller parasitärer Thermokräfte in den Zuleitungen und im Verstärker zu erfassen und bei der Auswertung zu berücksichtigen.

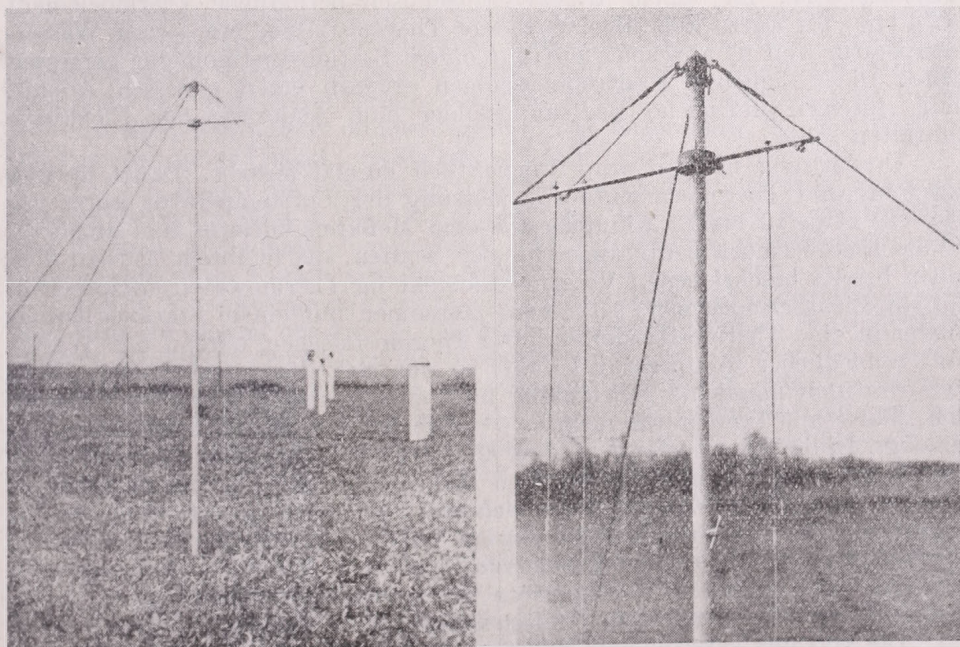
Bei unseren Temperaturregistrierungen wird übrigens die Konstanz der Vergleichstemperatur laufend kontrolliert, indem eine Meßstelle des Sechsfachschreibers die 0°-Temperatur (Wasser-Eis-Gemisch) mitregistriert. Dadurch ist es ferner möglich, etwaige Änderungen des Verstärkernullpunktes, der Nullage des Galvanometers im Registriergerät sowie die Einflüsse eventueller parasitärer Thermokräfte in den Zuleitungen und im Verstärker zu erfassen und bei der Auswertung zu berücksichtigen.

Wird der beschriebene Thermostat in Verbindung mit der in [5] angegebenen kompensierten Gegenlötstelle verwendet, so dürfte diese Kombination allen Genauigkeitsansprüchen genügen, die bei thermoelektrischen Temperaturmessungen überhaupt gestellt werden können. Nach unseren bisherigen Erfahrungen erübrigt sich jedoch die Verwendung der kompensierten Gegenlötstelle bei den normalen Registrierungen.

Anbringung der Thermoelemente bei Temperaturgradientmessungen

Bereits Geiger [1] hat bei mikroklimatologischen Temperaturgradientmessungen die Meßkörper in den verschiedenen Höhen an einem galgenartigen Gestell befestigt. Diese Art der Installation hat sich bewährt und ist immer wieder in mehr oder weniger abgewandelter Form angewendet worden. Auch auf dem Meßfeld des Agrarmeteorologischen Instituts Halle wird einderartiger „Galgen“ benutzt. Er besteht aus einem etwa 3 m langen Eisenrohr, das 70 cm in den Boden eingelassen und zur Erhöhung der Standfestigkeit mit Beton vergossen ist. 2,20 m über dem Boden und 10 cm unter der Bodenoberfläche sind an dem vertikal stehenden Halterohr zwei waagrechte Arme angebracht, zwischen denen drei stärkere Drähte bzw. dünne Stäbe vertikal ausgespannt sind. Zwei davon dienen zur Befestigung der Thermoelemente, der dritte verhindert ein Durchbiegen des Halterohres beim Spannen der Drähte bzw. Stäbe.

Für bewegliche Meßeinrichtungen ist diese Art der Aufstellung weniger zweckmäßig, weil der „Galgen“ ziemlich sperrig ist und sich daher schlecht transportieren läßt. Es wurde für derartige Zwecke eine zerlegbare Befestigungs-



5. ábra — Abb. 5: Gradientsméréseknél használt termoelemek szétszedhető állványa. a) az állvány, b) az állvány felső része. — Zerlegbare Befestigungsvorrichtung für Thermolemente bei Gradientmessungen; a) Gesamtansicht, b) oberes Teil der Befestigungsvorrichtung

gungsvorrichtung zur Anbringung elektrischer Temperaturfühler bei Gradientmessungen gebaut, dessen Einzelteil eine Länge von 1 m nicht überschreiten. Mit diesem Gestell können Messungen bis zu 2 m Höhe durchgeführt werden. Durch Zufügung weiterer Einzelteile läßt sich die Höhe des Gestells gegebenenfalls noch steigern. Das Gestell kann ohne Werkzeuge von einer Person in kurzer Zeit zusammengesetzt werden.

Abb. 5 zeigt die errichtete Befestigungsvorrichtung. Das Halterohr und die zur Anbringung der Thermolemente sowie zur Verspannung dienenden dünnen Stäbe sind jeweils aus drei Teilen zusammengesetzt. Die Querarme werden angeschraubt und z. T. durch Verspannungen gegen Verbiegen gesichert. Die gesamte Haltevorrichtung wird nach Vorbohren eines Loches entsprechenden Durchmessers etwa 40 cm in den Boden eingelassen. Der untere waagrechte Arm wird leicht in den Boden eingedrückt. Auf diese Weise läßt sich eine Störung der Vegetation in der Umgebung des Meßortes weitgehend vermeiden. Drei Verspannungsseile sichern die vertikale Stellung des Gestelles auch bei Sturm. Die Einzelteile bestehen vorwiegend aus farblos eloxiertem Aluminium und matt vernickeltem Messing. Sie reflektieren die kurzweilige Strahlung relativ gut und dürften sich daher bei starker Einstrahlung nicht allzu stark über die Lufttemperatur erwärmen. Eine wesentliche Beeinflussung der Temperaturverhältnisse in der Nähe der Meßkörper braucht daher wohl nicht angenommen zu werden.

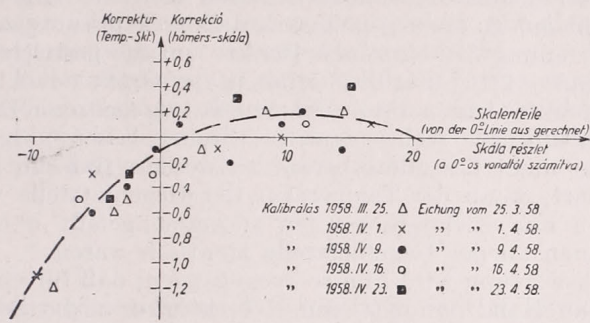
Kontrolle und Eichung der thermoelektrischen Meßeinrichtung

Bei den laufenden Registrierungen wird täglich eine Kontrollmessung durchgeführt. Zu diesem Zwecke taucht man das normalerweise in einer Thermosflasche mit einem Wasser-Eis-Gemisch befindliche Thermolement (0°-Linie) für kurze Zeit in eine andere Thermosflasche ein, deren Wassertemperatur von 0° abweicht und mit einem Stationsthermometer gemessen wird. Diese täglichen Kontrollmessungen ergeben einen gewissen Anhalt, falls durch irgendwelche Bedienungsfehler eine Änderung der Eichkurve eintreten sollte.

Unabhängig hiervon wird wöchentlich einmal geeicht. Dabei müssen zwei bis drei Thermolemente zur Messung der Lufttemperatur kurzzeitig (jeweils etwa 10 bis 15 Minuten) aus dem Meßkreis entfernt und an deren Stelle Eichthermolemente angeschlossen werden, die in ihrem Aufbau dem oben bereits beschriebenen Vergleichselement im Thermostaten entsprechen. Je ein Eichthermolement setzt man zusammen mit einem Stationsthermometer in eine Thermosflasche ein. Die Thermosflaschen werden mit Wasser unterschiedlicher Temperatur gefüllt, so daß sich die verschiedenen Eichtemperaturen möglichst gleichmäßig über den gesamten Meßbereich verteilen. Bäder mit Temperaturen unter 0° C werden aus Eis-Kochsalzgemischen erzeugt. In die Thermosflaschen darf allerdings kein Eis gelangen, weil sonst die Temperatur im Inneren räumlich und zeitlich nicht konstant gehalten werden kann. Jede Eichung setzt sich aus vier bis sechs Einzelmessungen zusammen. Die Thermosflaschen werden während der Eichung von Zeit zu Zeit geschüttelt. Sobald die Eichthermolemente sich auf die Temperaturen der Eichbäder eingestellt haben, erfolgt die Ablesung der Thermometer, deren Angaben natürlich nach dem Prüfschein korrigiert werden.

Die von uns verwendeten Meßsätze sind so abgeglichen, daß bei einem Meßbereichsumfang von 40° C einem Ausschlag von 1 Skalenteil im Mittel eine Temperaturdifferenz von 1° C entspricht. Da die Thermo-EMK keine

lineare Funktion der Temperaturdifferenz zwischen den beiden Lötstellen ist, lassen sich beide Einheiten nicht völlig zur Deckung bringen. Die Korrekturen — d. s. die Zahlenwerte, die der Differenz zwischen den registrierten Werten und der 0°-Linie hinzu addiert werden müssen, um die tatsächliche Temperatur zu erhalten — sind jedoch gering. Bei der Auswertung der Eichungen hat es sich nun als zweckmäßig erwiesen, nicht die Temperatur sondern die Korrektur als Funktion des Ausschlags (bezogen auf die 0°-Linie) darzustellen. Im erstgenannten Falle würde die Eichkurve eine sehr schwache Krümmung aufweisen, die sich schwer nachziehen läßt. Bei dem in dieser



6. ábra — Abb. 6: Kalibráló diagramm öt egymást követő kalibrálás eredményével és a korrekciós görbével. — Diagramm zur Auswertung der Eichungen mit den Ergebnissen von fünf aufeinanderfolgenden Eichungen und der mittleren Korrekturkurve

Darstellungsart erforderlichen kleinen Ordinatenmaßstab wäre es verhältnismäßig schwierig, die Korrekturen bis auf $0,1^\circ$ genau zu entnehmen, zumal die Einzelwerte eine gewisse Streuung aufweisen. Bei der hier empfohlenen Darstellungsart kann hingegen der Ordinatenmaßstab gegenüber dem der Abszisse etwa zehnfach überhöht werden. Die Korrekturkurve wird durch die einzelnen Eichpunkte hindurchgelegt. Die Krümmung der Temperatur-Thermospannungs-Charakteristik kommt dabei gut zum Ausdruck.

In Abb. 6 sind die Ergebnisse von fünf aufeinanderfolgenden Eichungen (Gesamtzeitraum etwa 4 Wochen) eingetragen. Die mittlere Korrekturkurve wurde nach Augenmaß eingezeichnet. Die Einzelwerte streuen mehr oder weniger um diese Kurve. Dies hat folgende Ursachen:

1. Die Wassertemperatur wird mit dem Stationsthermometer gemessen und kann an diesem nur auf $\pm 0,05^\circ$ genau abgelesen werden. Hinzu kommt, daß die Korrektur der Thermometer ebenfalls nur auf $\pm 0,05^\circ$ genau bekannt ist. Insgesamt können hierdurch also Maximalfehler von $\pm 0,1^\circ$ entstehen.

2. Die Ausschläge können aus dem Registrierstreifen ebenfalls nur auf $0,1$ Skalenteil genau abgeschätzt werden. Da sämtliche Ausschläge auf die 0° -Linie bezogen werden müssen, ergibt sich ein möglicher Fehler von $\pm 0,2^\circ$.

3. Weicht die Wassertemperatur im Thermosgefäß stark von der der Umgebung ab, so läßt sie sich während der Eichung nicht mehr auf $0,1^\circ$ konstant halten. Infolge der unterschiedlichen Trägheit des Eichthermometers und des Eichthermoelementes können dann weitere Fehler entstehen, die aber $0,1$ — $0,2^\circ$ sicher nicht überschreiten. Sie müssen sich an den Rändern des Meßbereichs bemerkbar machen.

4. Nach den Ergebnissen von Koitzsch [8] und vom Verfasser [4] ist die Empfindlichkeit des Meßgrößenverstärkers und des Drehspulinstrumentes im

Sechsfachschreiber von der Temperatur abhängig. Dadurch erklärt sich, daß die Korrekturkurven der verschiedenen Eichungen geringfügig voneinander abweichen. Der Grad der Abweichungen ist davon abhängig, welche Änderungen der Gerätetemperatur auftreten. Falls der Meßsatz in einem geschlossenen, gleichmäßig temperierten Zimmer aufgestellt wird, dürften diese Einflüsse vernachlässigbar klein sein. Während der zu den Eichungen der *Abb. 6* gehörigen Registrierungen befand er sich in einem Geräteschrank im Freien und war dementsprechend den Temperaturschwankungen der Umgebung in beträchtlichem Maße ausgesetzt.

Trotz dieser Fehlermöglichkeiten lassen sich die Ergebnisse der fünf Eichungen recht gut zu einer gemeinsamen Korrekturkurve zusammenfassen. Die mittlere Streuung der einzelnen Punkte um die gestrichelt eingetragene Linie beträgt nur $\pm 0,16^\circ$ und liegt somit in der Größe der Ablesegenauigkeit der Registrierpunkte. Durch die Zusammenfassung mehrerer Eichungen dürfte sich die Korrekturkurve recht genau bestimmen lassen.

Es braucht nicht besonders betont zu werden, daß die Korrekturkurve ihre Lage ändert, wenn die Temperatur der Gegenlötstelle verändert wird. Deshalb dürfen nur solche Eichungen zusammengefaßt werden, bei denen die Temperaturen an der Gegenlötstelle identisch waren.

Bei der Auswertung wird nun so vorgegangen, daß für einen mehrwöchigen Zeitraum an Hand der mittleren Korrekturkurve die Berichtigungen in Zehntel Grad für die verschiedenen Ausschlagsbereiche ermittelt und in einer Tabelle zusammengestellt werden. Die nach dem in [6] erläuterten Näherungsverfahren gewonnenen Stundenmittelwerte (in Skalenteilen) werden entsprechend korrigiert. Die mittleren Streuungen der Einzelwerte um die Stundenmittel, die $2-3^\circ$ kaum überschreiten, brauchen in den meisten Fällen nicht berichtigt zu werden.

LITERATUR

- [1] *Geiger, R.*: Temperaturstruktur und Mikroklima. Meteor. Z. **47**, 425—430, 1930.
- [2] *Gilbert, T.*: Fehler der Eisen-Konstantan-Thermoelemente bei Feuchtemessungen mit dem thermoelektrischen Psychrometer. Arch. Meteor. Geophys. Biokl. B **6**, 280—291, 1955.
- [3] *Höhne, W.*: Kompensation des Strahlungsfehlers beim Thermoelement und beim Widerstandsthermometer. Ber. d. DWD US-Zone, Nr. 42, 82—85, 1952.
- [4] *Höhne, W.*: Experimentelle und mikroklimatische Untersuchungen an Kleingewässern. Abhandl. MHD d. DDR, Nr. 26, 1954.
- [5] *Höhne, W.—Mäde, A—Schmidt, M.*: Kompensation des Einflusses der Vergleichstemperatur bei thermoelektrischen Messungen. Z. Meteor. **10**, 131—136, 1956.
- [6] *Höhne, W.*: Zur Auswertmethodik von Punktregistrierungen bei mikroklimatologischen Messungen. Angew. Meteorol. **2**, 212—217, 1956.
- [7] *Höhne, W.*: Theoretische Betrachtungen über die Verwendbarkeit von Halbleiter-Widerständen in der Mikrometeorologie und -klimatologie. Z. Meteor. **11**, 143—156, 1957.
- [8] *Koitzsch, R.*: Untersuchungen über den Temperaturkoeffizient an einer Registrierungseinrichtung für kleine Thermospannungen. Z. Meteor. **11**, 143—156, 1957.
- [9] *Mäde, A.*: Zur Methodik mikroklimatischer Temperaturmessungen. Angew. Meteor. **1**, 215—219, 1952.
- [10] Ausgleichsschaltungen für Thermoelemente zur Beseitigung des Vergleichsstelleneinflusses. Arch. techn. Messen J 2402—1, 1941.

TECHNIKAI SEGÉDESZKÖZÖK TERMOELEMEKKEL VÉGZETT MIKROMETEOROLÓGIAI HŐMÉRSEKLETMÉRÉSEKHEZ

A mikrometeorológiai célú termoelektromos hőmérsékletregisztrálás egy sor technikai segédeszközt, és néhány útbaigazítást igényel, melyek nélkül kellő pontosság nem biztosítható. Az alábbiakban néhány kipróbált eszközt és eljárást írunk le.

A termoelektromos hőmérsékletméréseknél mindig különös figyelmet érdemel a szekundér termofeszültségek elkerülése, amelyek elsősorban akkor keletkeznek, ha a mérőkörben az azonos fémekből többféle huzalt alkalmazunk. Ezért az egymással összecsatolt azonos anyagú, különböző vezetékeket (pl. a mérőfej hajszáldrótjait és vastagabb hosszabbító vezetékeit) egymáshoz képest meg kell vizsgálnunk. Legyen példaként egy termoelem körében két-két különböző vastagságú réz- és konstantándrót (2a ábra), és jelöljük az azonos vastagságú réz-konstantán drótpárok termofeszültségét a ill. a' -vel. Ekkor a mérési hiba nagysága a következő lesz :

$$T = \frac{a - a'}{a} (T' - T),$$

ahol T a mérőpont hőmérséklete, T' pedig a különböző vastagságú, azonos anyagú vezetékek csatlakozási pontjainak hőmérséklete, és a hitelesítés olyan drótokból készült termoelemmel történt, amelyeknek egymáshoz viszonyított termofeszültsége a .

A termoelemek és hosszabbítóvezetékek közötti jó kontaktus céljából, kialakítottunk egy termofeszültségmentes, könnyen bontható és vízmentes csatlakozót, melyet az 1. ábrán mutatunk be. Az elektromos összeköttetést réz- és konstantándugaszok segítségével hozzuk létre, amelyek az azonos anyagú fémhüvelyekbe szorítócsavarok segítségével rögzíthetők. A fémrészek tömörek, úgy hogy végeik közötti egyirányú hőáramlás jelentős hőmérsékletkülönbséget nem hozhat létre. A csatlakozók hibás összekapcsolása nem lehetséges, mert a konstantándugasz valamivel nagyobb keresztmetszetű. A dugaszok és hüvelyek viszonylag olcsón előállítható polivinilklorid szigetelőburkolatban helyezkednek el. A belső részek könnyen hozzáférhetők, és szükség esetén könnyen cserélhetők.

Annak érdekében, hogy a vonatkozási pont befolyásától függetlenül legyünk, termosztátot alkalmazunk, mely 12 V feszültséggel működik és 1,0—1,5 W fogyasztás mellett 10 C° hőmérsékletkülönbséget biztosít. A szakaszos fűtés következtében fellépő hőmérséklet ingadozások 0,1 C°-nál kisebbek. A termosztátó berendezés szabadban is felállítható. Felépítése a 3. ábrán, kapcsolása a 4. ábrán tanulmányozható. Segítségével a vonatkozási pontok hőmérséklete valamely állandó értéken tartandó, mely megfelel a mérendő külső hőmérsékletek maximumának. A leírt termosztát éveken át üzemeltetve rendkívül üzembiztosnak bizonyult. A hőmérsékletszabályozó berendezés beállítása többhetes időszak alatt, erősen különböző külső hőmérsékletek esetén 0,2—0,3 C°-os határok között állandó maradt, ami mikrometeorológiai célú termoelektromos hőmérsékletregisztrálásnál teljesen kielégítő, ha közben a null-hőmérsékletet egy víz-jég keverékbe helyezett termoelemmel regisztráljuk. A vonatkozási pontok hőmérséklete egyébként szabadon választható, és így a várható külső hőmérsékletek szerint állítjuk be. A vertikális hőmérsékleti gradiensek terepen való mérésénél az elektromos hőmérők felerősítésére

szétszedhető állvány szolgál (5. ábra). Ez legfeljebb 1 m hosszú darabokból áll, és egy fő minden különösebb technikai segédeszköz nélkül rövid idő alatt összerakhatja és felállíthatja. Állományban, vagy fűfelszín fölött végzett méréseknél a vegetáció károsodása jelentéktelen. Az állványt három feszítőzsinór erős szélben is biztosan tartja.

Ajánlatos a termoelektromos regisztrálóberendezés kifogástalan működésének naponta egy kontrollméréssel történő felülvizsgálása. E célból a nullhőmérsékletet regisztráló termoelemet 10—15 percre vízzel telt hőpalackba dugjuk, és a víz hőmérsékletét higanyhőmérővel meghatározzuk. Hetente egyszer hitelesítünk. Ekkor 2—3 léghőmérő termoelemet rövid időre a mérőkörből kivesszünk, és helyükre hitelesítő termoelemet kapcsolunk. A hitelesítő termoelemeket egy állomáshőmérővel együtt hőpalackba helyezük. A hőpalackot különböző hőmérsékletű vízfürdőkkel töltjük meg, oly módon, hogy az így nyert hőmérsékletek eloszlása a teljes mérési tartományra kiterjedjen. Minden hitelesítés kb. hat mérésből áll. Mérés közben, a hőmérsékleti rétegződés megakadályozása céljából a hitelesítő edényt rázogattjuk. Mihelyt a termoelemek a hitelesítőfürdő hőmérsékletét felvették, leolvassuk az állomáshőmérőt.

A 6. ábrán öt egymásután következő hitelesítés eredményei láthatók egy korrekció-diagramban feltüntetve (teljes időköz kb. 4 hét), ahol az abszcisszán a skálárészekben mért kitérés, az ordinátán pedig a korrekciók (azaz a valódi hőmérséklet és a leolvasott mutatóállás közötti különbségek) szerepelnek. A mérőberendezést úgy egyenlítjük ki, hogy a regisztrálószalagon egy skálárész egy fokos közepes hőmérsékletkülönbségnek feleljen meg. A korrekciós görbe szemmérték szerint berajzolható. Ez enyhén hajlik, mert egyrészt a termofeszültség nem lineáris függvénye a hőmérsékletnek, másrészt a regisztrálóműszer kitérése a termofeszültséggel nem pontosan arányos.

Az egyes értékek a berajzolt görbe körül némileg szórtnak helyezkednek el, az állomáshőmérő és hatszíníró leolvasásának és korrekciójának pontatlanságai, valamint a vízhőmérséklet mérés közbeni változásai és a hatszíníróra, ill. erősítőre ható különböző tényezők miatt. E hibalehetőségek ellenére az eredmények a közös korrekciós görbével nagyon jól összefoglalhatók. Az egyes értékek közepes szórása a berajzolt görbe körül csupán $0,16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A Balaton hatása a nedvesség és hőmérséklet alakulására

Összefoglalás. A tanulmány két balatonparti, és két a partvidéktől távolabb eső megfigyelő állomás 5 éves anyagának földolgozásával vizsgálja a tó vízének hatását a parti sáv és a távolabbi környezet nedvességi és hőmérsékleti állapotára. Kimutatja, hogy megfelelő irányú légáramlás mellett a parti sáv víz felől történő párafőlvétele az átlagos párákészletnek kb. 5%-ra tehető, a hőmérsékleti hatás pedig az áramlás jellegén kívül a levegő és víz hőmérsékletének különbségétől függ. A vízparttól távolabb lévő Veszprém és Iregszemese adatai azt mutatják, hogy 20 km körüli távolságban a tó vízének már nincsen hatása a nedvesség alakulására.

*

Influence of the lake Balaton on the formation of humidity and temperature. The influence of the lake on humidity and temperature of the costal zone and remote environing is studied on basis of processing 5 years' material of two costal and two far-off stations. It is shown that in case of atmospheric motion of adequate direction the water-vapour coming from the direction of the lake and absorbed by the costal zone, amounts to about 5% of the average water-vapour content. The temperature-effect depends — besides of the character of the atmospheric motion — on the temperature-difference of the air and the water. Data of Veszprém and Iregszemese — being situated farer from the coast — show that in a distance of about 20 km the water of the lake has no influence any more on the formation of humidity.

*

A Balaton éghajlati hatásának kimutatása évtizedek óta foglalkoztatja hazai klímatológiai kutatásunkat. Az eddigi vizsgálatok, melyek főként a hőmérsékletre kifejtett hatást tanulmányozták, arra az eredményre jutottak hogy bizonyos időjárási helyzetekben a parti sávban kimutatható a tó vízének hőmérsékleti szélsőségeket mérséklő hatása [1], [2], [3]. Azt már a kutatások kezdetén feltételezték, hogy a Balaton hatása a sekély tó viszonylag kicsiny vízmennyisége miatt nem lehet számottevő, és legfeljebb csak a közvetlen környezetre terjed [4], azonban hosszabb adatsorokon nyugvó vizsgálatok, melyek e feltételezést eldönthetik, ez ideig nem történtek. Nem célunk itt a Balaton éghajlati kutatásával kapcsolatban felmerülő problémák ismertetése, amelyek megoldása nélkül a tó éghajlati hatásának megismerése fogyatékos, itt csupán két parti és két, a partvidéktől távolabb eső megfigyelőhely adatsora alapján arra a kérdésre kívánunk felelni, hogy a tó víze milyen mértékben módosítja közvetlen és távolabbi környezetének nedvességi állapotát, s hogyan hat a parti sáv hőmérsékletének alakulására. Nem kétséges, hogy e hatás kimutatására a Balaton környezetében működő éghajlati állomásaink nem nyújtanak elégséges anyagot, azonban bizonyos támpontot mégis nyerhetünk, amely hasznos lehet a következőkben sorra kerülő részletesebb balatonkörnyéki terepklímatológiai mérések adatainak feldolgozásánál.

Mint párologfelfület, a tó víze mindazon időszakokban részt vehet a környezet nedvességi viszonyainak kialakításában, midőn a párologás jelentősebb, a hőmérsékletre kifejtett hatás pedig akkor válhat számottevőbbé, ha a tó vízének hőmérséklete és a lég hőmérséklet között nagyobb különbség alakul ki.

A vízfelszín e feltételek esetén is csak nyilván akkor fejthet ki jelentősebb hatást a környezet nedvességének és hőmérsékletének alakulására, ha a tó vize fölött kialakult légállapot advekcója biztosítva van. Szükséges tehát,

hogy a tó vize fölött egyenletes turbulencia mentes légáramlás alakuljon ki, amely jelentékenyebb átkeverés nélkül tovaszállítja a víztükör fölött levő feltételezhetően csekély függőleges kiterjedésű, környezetétől eltérő nedvességű és hőmérsékletű légtestet, illetve biztosítja azt, hogy a környezet felől érkező levegő nagyobb felületen hosszabb ideig tartó kölcsönhatásba lépve a vízfelszínnel, jellegzetes átalakuláson menjen keresztül.

E megfontolások alapján, tekintetbe véve a rendelkezésünkre álló balatonkörnyéki éghajlatkutató állomásokat, vizsgálatunkban egy a Balaton hossz tengelyére közel merőleges metszet mentén az északi part közvetlen környezetéből Tihany, a távolabbi környezetből Veszprém, míg a déli parti sávból Siófok, a távolabbi környezetből pedig Iregszemcse megfigyelési anyagát dolgoztuk föl. Az említett állomások feldolgozott anyaga az 1952—56. évek április—november közötti hónapjainak 7 és 14 órás észleléséből származik. Vizsgálódásunk első részében Tihany és Siófok adatai alapján azt keressük, hogy a Balaton milyen hatást gyakorol a parti sáv nedvességi és hőmérsékleti állapotára, míg dolgozatunk második részében Veszprém és Iregszemcse adatai alapján arra kívánunk feleletet nyerni, hogy a tó vizének hatása kiterjed-e a távolabb eső területek nedvességének alakulására is.

A vizsgált időszak alatt a tihanyi állomás a vízparttól kb. 50 méter távolságban működött, míg a siófoki megfigyelőhely a Sió csatorna partján volt, a Balatontól mintegy 800 méterre. A két állomás egymás közötti távolsága 12 km, s a siófoki állomás Tihanytól E 5° SE irányba esik. Veszprém légvonalban 12 km-re van a Balatontól, Iregszemcse pedig 25 km-re és Veszprém-től SE 60° S irányba esik, tengerszintfeletti magassága pedig amazénál 110 méterrel kisebb.

A vizsgált állomások egymáshoz viszonyított helyzetéből következik, hogy E, SE irányú általános áramlásnál a Tihanyba érkező levegő a siófoki part mentén áramlott a Balaton fölé, míg W, NW áramlásnál a helyzet fordított. Kézenfekvő, hogy a vízfelszínnek a parti sávban kifejtett hatását ezekben az időjárási helyzetekben lehet legjobban kimutatni a két állomás szembeállított nedvességi és hőmérsékleti adataival, tekintve, hogy a Balaton fölött elhaladó áramlás iránya közelítőleg megegyezik a két pontot összekötő egyenessel. Ugyanígy Veszprém és Iregszemcse esetében S, SE illetve N, NW általános áramlásnál kellene legjobban kitűnnie a Balaton hatásának a két állomás egymáshoz viszonyított adataiban. Ha a tó vize hatást gyakorol környezetének nedvességi állapotára, úgy ki kell mutatnunk, hogy E, SE áramlásnál a párányomás Tihanyban nagyobb mint Siófokon, W, NW áramlásnál pedig megfordítva, ugyanúgy S, SE áramlásnál Veszprém-ben, N, NW áramlásnál pedig Iregszemcse-ben kellene nagyobb párányomásnak mutatkoznia. E két utóbbi hely eltérő magasságának a párányomásra gyakorolt hatását oly módon küszöböltük ki, hogy Veszprém nedvességi adatait a *Hann*-féle képlet segítségével Iregszemcse magasságára számítottuk át.

A hőmérsékletre kifejtett hatást csak a parti sávban levő állomáspár alapján vizsgáltuk, mivel eleve feltételezhető, hogy csekélyebb mérvű, s a különböző felszínek módosító hatása sokkal erősebb, semhogy az a távolabbi környezetben még kimutatható lenne. A hőmérsékleti hatás bizonyítására ki kell mutatnunk, hogy E, SE áramlásnál a hőmérséklet az szerint lesz magasabb vagy alacsonyabb Tihanyban, illetve W, NW áramlásnál Siófokon, hogy a víz melegebb vagy hidegebb a föléje áramló levegőnél.

Vizsgálatunk megkezdésekor a két állomáspár 7 és 14 órás észlelésének anyagából két csoportot alkottunk az szerint, hogy *mindkét állomáson* E, SE

vagy W, NW, illetve S, SE vagy N, NW irányból fújt a szél. Ezekben az esetekben föltehetjük, hogy a légáramlás iránya a vizsgált állomások között egyenletes volt. Az egyes áramlási típusokba sorolt esetek száma az alábbi:

W, NW 312 N, NW 523
E, SE 139 S, SE 106

Lássuk ezek után, hogy milyen következtetéseket vonhatunk le vizsgálatunkból.

Parti sáv.

Nedvesség. Megállapítottuk, hogy a két áramlási típus fennállása idején milyen relatív gyakorisággal észlelhető, hogy Tihany nedvesebb, illetve szárazabb mint Siófok, ezenkívül kiszámítottuk a párányomás különbségek átlagát. Az adatokat föltüntető *I. táblázat* alapján a következőket állapíthatjuk meg (a 0 differenciákat a szokásos módon egyenlő arányban elosztottuk a + és — differenciák között): W, NW áramlásnál az esetek nagy részében Siófokon, E, SE áramlásnál pedig Tihanyban nagyobb a párányomás. A kapott eredményt reálisnak tekinthetjük, mert (0,01 valószínűségi szintet választva vizsgálatunkban) a Tihany és Siófok között fennálló pozitív és negatív

I. TÁBLÁZAT

Párányomás különbségek relatív gyakorisága Tihany—Siófok

Áramlás : W, NW	$\Delta e (T-S) > 0$	27%
	$\Delta e (T-S) < 0$	73%
	$\bar{\Delta e} (T-S)$	—0,53 mm
Áramlás : E, SE	$\Delta e (T-S) > 0$	65%
	$\Delta e (T-S) < 0$	35%
	$\bar{\Delta e} (T-S)$	0,48 mm

előjelű párányomás különbségek relatív gyakorisága mindkét áramlási típusnál szignifikánsan különbözik az egyenlő arányú eloszlástól, melyet akkor várhatnánk, ha a vízfelszín semmilyen hatást sem gyakorolna a fölötte átáramló levegő nedvességi állapotára, ugyanúgy a két áramlási típusnál észlelt párányomás különbségek relatív gyakorisága is szignifikánsan különbözik egymástól. A párányomás különbségek átlaga abszolút értékben 0,5 mm, tehát a vizsgált hónapok átlagos párányomásához viszonyítva *mintegy 5%-os nedvességnövelő hatást* jelenthet a Balaton víztükre a parti sávban az említett áramlási helyzetekben.

Hőmérséklet. A hőmérsékleti különbségek értelmezéséhez a vízhőmérséklet értékeit is figyelembe kellett vennünk. Erre a célra Tihany rendelkezésünkre állott vízhőmérsékleti megfigyeléseit használtuk föl. Az 50 cm-es mélységre vonatkozó vízhőmérséklet, valamint a tihanyi léghőmérséklet különbségének a 7 és 14 órási terminusokból számított 5 éves átlagát a *II. táblázatban* közöljük havi részletezésben, mert az átlagos különbségek alapján azonnal tájékozódhatunk, hogy a tó vize milyen hatást fejthet ki környezetére az év folyamán. Adatainkból kilvasható, hogy a várható hatás legjelentősebb szeptemberben és augusztusban, és az főleg a hajnali lehűlések mérséklésében nyilvánulhat.

II. TÁBLÁZAT

A levegő- és vízhőmérséklet átlagos különbsége Tihanyban (1952—56)

Δt (levegő—víz):

Hónap	7h	14h
Április	—1,2	2,5
Május	—1,4	1,5
Június	—1,8	2,0
Július	—2,1	1,2
Augusztus	—2,3	1,8
Szeptember	—2,8	1,6
Október	—2,3	1,4
November	—1,8	0,1

A W, NW áramlási típusnál Tihany—Siófok hőmérsékleti különbségét egyértelműnek nevezzük, ha abban az esetben midőn Tihanyban a levegő hidegebb mint a víz, a fönti különbség negatív előjelű (a meleg vízfelszín fölött Tihany felől Siófokra áramló levegő felmelegszik), illetve hideg víz esetén pozitív előjelű. E, SE áramlásnál a hőmérsékleti különbség akkor egyértelmű, ha Siófokon a levegő hidegebb mint a víz s a különbség előjele pozitív, illetve ha hideg víz esetén a különbség negatív előjelű. A vízfelszínnek a hőmérsékletre kifejtett hatása nyilván az egyértelmű hőmérsékleti különbségek gyakoriságával mérhető le. Az egyértelmű és ellentétes hőmérsékleti különbségek relatív gyakorisága Tihany és Siófok között a következő:

Áramlás: W, NW Δt egyértelmű 58%
 Áramlás: E, SE Δt egyértelmű 89%

Az adatok alapján megállapítható, hogy az egyértelmű hőmérsékleti különbségek relatív gyakorisága szignifikánsan különbözik az egyenlő arányú eloszlástól, amivel a hatás realitását bizonyíthatjuk, azonban feltűnő, hogy E, SE áramlásnál jóval több egyértelmű különbség jön létre, mint W, NW áramlásnál, ahol csupán 1%-kal haladja meg az egyértelmű különbségek relatív gyakorisága az egyenlő arányú eloszlásnál létrejövő véletlen ingadozások intervallumának felső határát. A jelenség okát valószínűleg abban kereshetjük, hogy északnyugatias áramlásaink turbulens jellegűek és nagyobb sebességgel haladnak el a Balaton tükre fölött, mint az anticiklon peremhelyezeteinkre jellemző gyengébb egyenes E, SE szelek, ily módon a víz fölött levő levegőt átkeverik s ennek következtében nem tud annyira érvényesülni a vízfelszín hatása. A most elmondott feltételezést alátámaszthatjuk oly módon is, hogy kiszámítjuk az egyértelmű hőmérséklet változások átlagos nagyságát azokra az esetekre, midőn a levegő és a víz között jelentősebb, 3,0 C°-ot elérő vagy meghaladó hőmérsékleti különbség volt. Azt az eredményt kaptuk, hogy ezekben az esetekben E, SE áramlásnál az átlagos különbség Tihany és Siófok között 2,0 C°, míg W, NW áramlásnál mindössze 0,4 C°, vagyis az előbbinek csupán egyötöde.

Annak bemutatására, hogy a levegő és víz hőmérséklete közti különbségtől mi módon függ a két állomás között bekövetkező hőmérséklet változás nagysága, az alábbi kis összeállítást közöljük, amely feltünteteti E, SE áramlás esetén a különböző Δt (víz—levegő) értékhez tartozó átlagos Δt (Tihany—Siófok) értékeit:

Δt (víz—levegő)	—6	—4	—2	0	2	4	6	8	C°
Δt (Tihany—Siófok)	—1,8	—1,2	—0,8	0,2	1,0	1,5	1,9	3,4	

W, NW áramlásnál hasonló összefüggést nyerünk, csak itt a változások kb. ötödakkorák amint az előbb láttuk, és szórásuk is nagyobb. Az itt bemuta-

tott, E, SE áramlás mellett fönnálló összefüggésnek jelentős hatást tulajdoníthatunk az északi partvidék szőlőkultúrája szempontjából a kedvező talaj, lejtő és sugárzási viszonyok mellett. A hatás, amint az a *II. táblázat* adatai alapján föltételezhető, nyár végén és ősz elején lehet jelentősebb, tehát éppen a szőlő érésének idején, s elsősorban a hajnali lehüléseket mérsékli, így a besugárzás megindulásakor kedvezőbb hőmérsékletet biztosít az északi partvidéknek. Fokozza még e hatás jelentőségét az a tény is, hogy ez az áramlási típus, mely 70%-ban *Ae* (keleti anticiklon), *An* (északi anticiklon) és *A* (anticiklon centrum ill. divergencia) makroszinoptikus helyzetekben jelentkezik, azok évi menete alapján ezekben a hónapokban elég gyakori kell hogy legyen, amint azt az alábbi kis összeállítás mutatja [5]:

Ae, *An* és *A* makroszinoptikus helyzetek relatív gyakorisága (1877—1956) % -ban

Hónap	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Rel. gyak.	30	34	26	28	36	47	47	47

Távolabbi környezet

Nedvesség. A parti sávban észlelhető hatások kimutatása után lássuk most, észlelhető-e a bevezetőben említett áramlási típusokban a Balaton nedvességnövelő hatása a partvidéktől távolabb, 20—25 km messzeségben levő állomásoknál is. A *III. táblázatban* találjuk azt, hogy a két áramlási

III. TÁBLÁZAT

Párányomás különbségek relatív gyakorisága Veszprém—Iregszemcsén

Áramlás : N, NW	Δe (V—I) >0	40%
	Δe (V—I) <0	60%
Áramlás : S, SE	Δe (V—I) >0	42%
	Δe (V—I) <0	58%

típusban milyen relatív gyakorisággal észlelhető, hogy Veszprém nedvesebb, illetve szárazabb mint Iregszemese. Eredményeink alapján el kell vetnünk azt a feltételezést, hogy a Balaton hatása a nedvesség alakulására ilyen távolságban még kimutatható, mert bár N, NW áramlásnál Iregszemese párányomása szignifikánsan több esetben nagyobb mint Veszprémé ahogyan várhatnánk, ugyanez a helyzet azonban az S, SE áramlásnál is, s még döntőbb érv a feltételezés elvetése mellett az, hogy a két ellentétes áramlási típusnál észlelt pozitív és negatív párányomáskülönbségek relatív gyakorisága nem különbözik szignifikánsan egymástól, ami pedig a hatás létezésének fő bizonyítéka volna. Ezzel a ténnyel egyszersmind azt az esetleges ellenvetést is el kell vetnünk, hogy a hatást azért nem tudjuk kimutatni, mert helyi viszonyok, vagy egyéb okok folytán Iregszemese párányomása rendszeresen nagyobb mint Veszprémé. Ennek fennállása nem volna akadály a hatás kvalitatív kimutatására, mert ez esetben bár fennállna az, hogy Iregszemese párányomása mindkét áramlási típusban többször volna nagyobb mint Veszprémé, a két típusnál észlelt pozitív és negatív előjelű párányomás különbségek relatív gyakorisága ez esetben is szignifikánsan különbözne egymástól.

Vizsgálatunk végeredményeként megállapítható, hogy a Balaton vize hatást gyakorol a parti sáv hőmérsékletének és nedvességének alakulására; a hőmérsékleti hatás a tó felszíne fölött haladó áramlás jellegén kívül a lég-hőmérséklet és vízhőmérséklet között levő különbségtől függ, a nedvességre gyakorolt hatás mértékét pedig az fejezi ki, hogy megfelelő irányú áramlás mellett a parti sáv víz felől történő párafölvétele az átlagos párákészletnek

kb. 5%-ra tehető. A vízparttól távolabb levő Veszprém és Iregszemese állomások adatai alapján megállapítható, hogy 20 km körüli távolságban a tó felszínének a nedvesség alakulására már nincsen hatása. További részletesebb helyszíni mérésekkel kell majd földéríteni, hogy e hatás a parti sávtól milyen távolságig terjed, s mi módon nyilvánul meg végig a Balaton partvidékén.

IRODALOM

- [1] Réthly A.—Bacsó N.: Időjárás éghajlat és Magyarország éghajlata. 229. o. Budapest, 1938.
- [2] Fábriánics F.: A Balaton hatása a talajmenti levegő hőmérsékletére. Időjárás 45. 17. o. Budapest, 1941.
- [3] Kakas J.: A Balaton hatása a hőmérséklet alakulására. Időjárás 53. 82. o. Budapest, 1949.
- [4] Róna Zs.: Éghajlat II. 109. o. Budapest, 1909.
- [5] Péczely, G.: Grosswetterlagen in Ungarn. 81. o. Budapest, 1957.

Hajósy Ferenc:

Párhuzamos csapadékmérések a Meteorológiai Intézet műszerkertjében

Összeoglalás. Mivel a csapadékmérő hálózat sűrűsége korlátozott, ezért helyes, ha helyenként igen sűrű hálózaton vizsgáljuk a csapadék eloszlását. Ez egyben gyakorlati felvilágosításokat is adhat a műszerek felállítására vonatkozólag. Az Országos Meteorológiai Intézet műszerkertjében 1955 tavaszától 1956 nyaráig 15 csapadékmérővel párhuzamos észlelések történtek (I. és II. táblázat). Az adatok szerint a csapadék mennyiségének változása kis területen jelentéktelen, tehát a csapadékmérő műszer kellőképpen reprezentálja a felállítás környezetének csapadékmennyiségét. A csapadékmérő a tereptárgyaktól olyan messzé legyen, hogy a környező épületek, fák stb. ne emelkedjenek 60°-os szögnél magasabban a mérőfelület horizontja fölé.

*

Parallele Niederschlagsmessungen im Instrumentengarten der Zentralanstalt für Meteorologie. Infolge der beschränkten Dichte des Niederschlagsmessungsnetzes ist es angebracht, dass die Verteilung des Niederschlages an einem stellenweise sehr dichten Netze untersucht wird. Dies bietet auch praktische Anhaltspunkte über die Aufstellung der Instrumente. Im Instrumentengarten der Zentralanstalt für Meteorologie wurden vom Frühjahr 1955 bis Sommer 1956 mit 15 Niederschlagsmessern parallele Beobachtungen ausgeführt (Tabelle I. und II.). Anhand der Angaben kann festgestellt werden, dass die Variation der Niederschlagsquantität an einem kleinen Gebiete unbedeutend ist, das Niederschlagsmessungsinstrument repräsentiert also mit genügender Genauigkeit die Niederschlagsquantität der Umgebung des Aufstellungsplatzes. Der Niederschlagsmesser soll von den Geländegegenständen so weit entfernt sein, dass die Gebäude, Bäume etc. der Umgebung sich nicht mit einem 60° übersteigenden Winkel über den Horizont der Messungsfläche erheben.

*

Minden megfigyelésünkben számolnunk kell azzal, hogy a nyert értékek csak megközelítő pontosságúak, mert alá vannak vetve elkerülhetetlen megfigyelési hibáknak.

Vannak olyan hibák, amelyek az észlelő személyében gyökereznek, s amelyeket ha nem is teljesen megszüntetni, de mindenesetre csökkenteni lehet azáltal, ha megfelelő személyekre bízunk a megfigyelést, és munkájuk

előtt megfelelően kockatjuk kötelességükre. Vannak azután olyan megfigyelési hibák, amelyek a műszerben gyökereznek. Lehet a hibák oka az is, hogy a műszer elhelyezése nem megfelelő. Feladatunk, ha már a hibák kiküszöbölése teljesen nem is sikerül, e hibákat legalább a minimálisra csökkentenünk.

De minden elemnél más és más lesz a hiba nagysága az elem természetének megfelelően. A csapadék ebből a szempontból a legszerencsétlenebb" éghajlati elem. Az esetleges hibák ui. igen nagyok lehetnek. Gondoljuk meg, hogy az észlelő észlelés után elfelejtette pl. bejegyezni a 20 mm csapadékot. Ez 20 mm a havi összeget esetleg 50%-ban is megváltoztathatja. De még az évi összegben is 3—4%-os hibát jelenthet, sőt még a sok évi átlagban is zavart okozhat az ilyen mindennap előforduló hiba. Még a legjobb hiszemű és legjobb szándékú észlelővel is előfordulhat, hogy elfelejtett egy adatot feljegyezni és utána nem veszi ezt észre. A következőkben, amikor a csapadékmérésnél fellépő hibákról és az intézetünk műszerkertjében végzett párhuzamos megfigyelésekről kívánunk beszámolni, az észlelők tévedései következtében fellépő hibákat mellőzzük, csupán a *műszer elhelyezése* okozta eltérésekkel kívánok foglalkozni.

A csapadék egyike a legnehezebben ellenőrizhető elemeknek. A klimatológiai elemek kétfélék. Vannak olyanok, amelyek folytonosak, tehát térben és időben állandóan tartozik hozzájuk valami érték. Pl. állandóan és mindennütt van légnyomás, vagy hőmérséklet. Ezeknél a hirtelen változások is csak mérsékeltet szoktak lenni. Vannak azután olyanok, amelyek nem folytonosak. Ilyen pl. a szél iránya és erőssége, a felhőzet, ilyen a csapadék is. Ezeknél a változások is gyorsak lehetnek.

A csapadék időben és térben egyaránt különösen szeszélyes. Sokszor tapasztaljuk pl. egy olyan nagyterületű városban, mint Budapest, hogy a város egyik részén nagy csapadék hullás van, másik részén pedig semmi, vagy egészen kevés (1955. augusztus 14.). Annyira persze nem szeszélyes a csapadékeloszlás, hogy teljesen átmenet nélküli ugrások lennének itt lehetségesek, tehát pl. hogy egy helyen, mondjuk, 50 mm-es csapadék legyen, míg tőle néhány méter távolságban semmi csapadék ne hulljon. Már a budapesti állomáshálózat megfigyelései is azt mutatják, hogy nagyobb záporok alkalmával a zápor központjától egy-két kilométer távolságban levő állomások is csapadékot jeleznek.

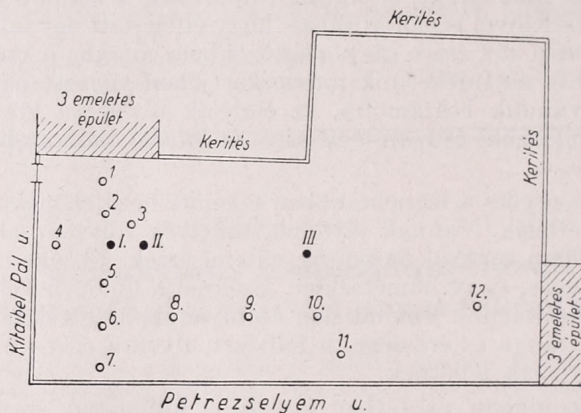
Amerikában végeztek erre vonatkozólag vizsgálatokat. Különlegesen sűrű csapadékmérőhálózattal, és egyidejűleg radarral is végeztek csapadékméréseket nagy záporok alkalmával. Azt kapták eredményül, hogy ha az állomások sűrűsége négyzetkilométerenként 1 volt, már jól egyezett a kétféle mérés eredménye. Tehát ilyen sűrű csapadékmérő hálózat már részleteiben is jól jellemzi a csapadék *térbeli* eloszlását záporok idején is.

Hazánkban az állomáshálózatunk jelenlegi sűrűsége szerint mintegy 90 km²-re jut egy csapadékmérő hely. Jogos kérdésként merülhet fel azonban az: ha egymás közelében két esőmérőt állítunk fel, mekkora lesz az általuk mért csapadék különbsége? A közelmúltban is felmerült az egyik tudományos tanácskozás során olyan állítás, mely szerint a két csapadékmérő egészen más értéket ad. Ha ez ilyen formában igaz lenne, azt jelentené, hogy a csapadékot tulajdonképpen nem is lehet megmérni, és az erre fordított fáradságunk teljesen fölösleges.

A szomszédos csapadékmérők adatai közt valóban fellépő eltérések okai a különböző csapadékmennyiségeken kívül a *mérőeszköz hibái* is lehetnek. Helytelen lehet pl. a *feljogófelület méretezése*. Repedések, hibák lehetnek a

műszeren, ezért a csapadék egy része kifolyik, vagy az edény külső oldaláról is jut víz a gyűjtőpalackba. A mérőhenger rossz kalibrálása következtében hibás mennyiségeket olvashatunk le róla.

Hibás lehet azonban a *műszer felállítása* is. Célunk a föld felszínére hullott csapadékmennyiség megmérése. Azonban a csapadékmérőt nem építhetjük bele a földbe úgy, hogy a felülete éppen azonos legyen a talaj felszínével, mert akkor záporok, vagy hóolvadás esetén oldalról is befolyyna a víz. Viszont ha a csapadékmérő a talaj felett magasabban van elhelyezve, az edény körül keletkező légörvény miatt általában kevesebb csapadék jut belé, mégpedig annál kevesebb, mennél magasabban van a felfogófelület. Ezért a csapadék-



1. ábra. A csapadékmérők elhelyezése

mérőket egyenlő magasra helyezzük. Hazánkban 1 méterre van felületük a talajtól. Így, ha a hibát nem is tudjuk teljesen kiküszöbölni, a különböző állomásokon a hiba azonosnak vehető, ennélfogva az eredmények összehasonlíthatók. Sajnos nem minden országban mérik ugyanazon magasságban a csapadékot, s ez máris némi különbséget okozhat a különböző országokban mért csapadékmennyiségek valódi értékei között.

Lényeges kérdés az is, milyen távol legyenek a csapadékmérők a tereptárgyaktól. Itt sok esetben alkalmazkodnunk kell a meglévő helyzethez, miután nem mindenütt találunk megfelelő szabad területet. Kétségtelen egyébként is, hogy teljesen szabadonálló esőmérő adatait kedvezőtlenül befolyásolja a szélhatás, viszont nyilvánvaló, hogy épületekhez túlságosan közel elhelyezett csapadékmérő abban az esetben, ha a csapadékhullás idején a szél az épület felől fúj, kevesebb csapadékot fogad be a ténylegesnél. Tudnunk kell tehát, milyen távolságba helyezhetjük el a műszert. Ez természetesen függ az épület magasságától is, magasabb tárgyak nagyobb zavart idéznek elő a légáramlásban.

Útmutatásunk azt mondja, hogy a csapadékmérőnek a tereptárgyaktól olyan távolságban kell lennie, hogy a csapadék 45° szög alatt még bejusson a csapadékmérőbe, tehát 5 m magas épülettől legalább 4 méternyire, 10 méterestől 9 méterre, miután a csapadékmérő felülete 1 m magasban van a tala tól. Ez azonban a gyakorlatban nem mindig vihető könnyen keresztül. A vidéki lakóházak többnyire földszintesek, így azok kevés bajt jelentenek. Mivel azonban az esőmérőt általában kertben vagy befásított udvaron helyezik el, a fák több zavart okoznak, már csak azért is, mert alakjuk szabálytalan,

koronájuk nem mindig tömör, azonkívül előrenyúló ágaik megközelíthetik a műszert, s így annak beárnyékolását idézhetik elő. Jogosan felmerülhet a kérdés, helyes-e a 45%-os beesési szöghöz való ragaszkodás. Ha ugyanis nagyobb távolság szükséges, sok csapadékmérőnek felállítása nem megfelelő. Ha viszont kisebb távolság is megfelelő, könnyebb lesz a csapadékmérők elhelyezése, illetve nem lesz probléma, ha pl. a közelben egy 20—25 magas jegenyefa beárnyékolja az észlelésre egyébként alkalmas kert vagy udvar területét. Más szempontból pedig könnyebben megtarthatjuk az 1 m magasságot a talaj felett.

E kérdésekre feleletet kaphatunk azokból a mérésekből, amelyeket intézetünk műszerkertjében végeztünk 1955 tavaszától 1956 júliusáig *Vasvári Oszkár* észlelő kezdeményezésére. A kísérleti mérések 15 csapadékmérővel folytak, elhelyezésüket I. ábránkon mutatjuk be. Kettő közülük (az I. és II. jelzésű) állomási hivatalos esőmérő, a többieket erre az alkalomra helyezték el.

I. TÁBLÁZAT

A csapadékmérő sorszáma	A z észlelés időpontja				
	1955. IV. 16.	VI. 3.	VII. 10.	VIII. 14.	IX. 15.
1.	0,3	0,4	40,1	64,9	60,1
2.	0,8	1,0	50,3	76,3	74,6
3.	0,8	1,0	48,3	74,7	73,5
4.	0,9	1,5	48,8	—	—
5.	0,8	1,0	39,9	71,3	64,8
6.	0,7	1,0	47,2	73,6	72,0
7.	0,8	1,2	49,0	72,9	63,6
8.	0,8	1,0	49,4	70,7	64,6
9.	0,8	1,0	47,6	73,5	70,2
10.	0,7	0,9	48,8	75,5	73,6
11.	0,7	0,9	48,9	70,8	65,0
12.	0,7	0,9	48,4	74,4	66,2
I.	0,8	1,0	47,8	76,4	63,8
II.	0,6	0,9	45,5	71,6	72,2
III.	0,5	0,8	40,5	73,0	65,9

Az első év mérései szerint igen nagyok a különbségek (I. 1. táblázat. A táblázat nem teljes, csupán néhány nap megfigyeléseit tartalmazza.). Az 1. számú esőmérő adatait elhagyhatjuk, mert az oly közel van a szomszédos háromemeletes ház tűzfalához hogy nyilván annak befolyása alatt áll. Így is azonban egyes esetekben a legkevesebbet mérő műszer csak a felét észlelte a legtöbbet észlelőnek. Ezért helyesebb, ha kihagyjuk az egészen kis csapadékokat, mert ebben az esetben a leolvasás hibájából származó eltérések számottevők lehetnek. Pl. IV. 16-án a minimum 0,5, a maximum 0,9, VI. 3-án a minimum 0,7, a maximum 1,5. Ha csak az 5,0 mm-en felüli csapadékokat vizsgáljuk, akkor is pl. július 10-én a legkevesebb 39,9, a legnagyobb összeg 50,5 mm. Hirtelen záporok esetén már jobb volt a megegyezés, pl. augusztus 14-én a minimum 70,7, a maximum 76,4 mm, a különbség már nincs 10% sem. Ellenben szeptember 15-én, amikor hasonló nagy, de két napig tartó csapadék mennyiségét mérték le, a minimum 63,8, a maximum 74,6 mm volt, a különbség 10,6, megint közel 15%-os volt az eltérés.

Az eredmények valóban kedvezőtlenek, azt mondhatnánk, hogy kétségbeejtők. Ha két egymáshoz közel eső csapadékmérő adatai közt 10%-on felüli az eltérés, esetenként azonban ez 30%-ra is felmehet, akkor vagy annyira szeszélyes elem a csapadék, hogy egy-egy műszer adataiból csaknem sem-

mire sem következtethetünk, vagy annyira függ az eredmény a felállítástól, — ami a mi műszerkertünkben ma már természetesen nem lehet tökéletes —, hogy a nyert adatok, csak tökéletesen egyező felállítás mellett lennének összehasonlíthatók. Ámde a dolog természetéből következik, hogy az állomáshálózat valamennyi állomásán tökéletesen egyező felállítást nem lehet elérni, s így végeredményben adataink szintén nehezen felhasználhatóvá válnak.

Ennyire súlyos azonban mégsem lehet a helyzet. Ha elkészítjük a csapadék átlagtérképeit, a szomszédos állomások adatai elég jól egybehangzóak. Alföldi viszonylatban pl. rendszerint csak néhány százalékban térnek el egymástól. A hegyvidéken gyakoribbak a nagyobb eltérések, de ezek is rendszerint logikusak. Hosszabb időre tehát már használhatók az adatok. De ha csupán egy-egy hónap, vagy egy-egy nap csapadéktérképét szemléljük, itt is a szomszédos állomások adatai közt letagadhatatlan a kapcsolat. Ennélfogva a nagy eltérések okát másban kell keresnünk, s azt sikerült meg is találnunk az *alumíniumgyűrűs csapadékmérők* beszivárgásában.

Ha csak ez lett volna az egyetlen eredménye a párhuzamos méréseknek, már akkor is megérte volna a fáradságot, mert rámutatott egy olyan hibára amely eddig rejtve volt előttünk, s fel nem fedése hosszú időre *kevés értékűvé tette volna* észleléseinket. A kísérlet során hibásnak minősült csapadékmérőket csak 1955 végén cserélhettük ki, így az 1955. évi megfigyelések a további vizsgálat céljára nem voltak felhasználhatók. Valamennyi hibás csapadékmérő ugyanis olyan lényeges, de kiszámíthatatlan hibát rejtett magában, hogy adataik nem a felállítás, vagy a csapadék szeszélyességének eltéréseit mutatták, hanem az egyes esőmérők különböző beszivárgásait. Ezért csupán néhány kiválasztott nap méréseit közöltük az I. táblázatban. Így a párhuzamos csapadékmérések adatai közül tulajdonképpen csak az 1956. éveket lehet felhasználni.

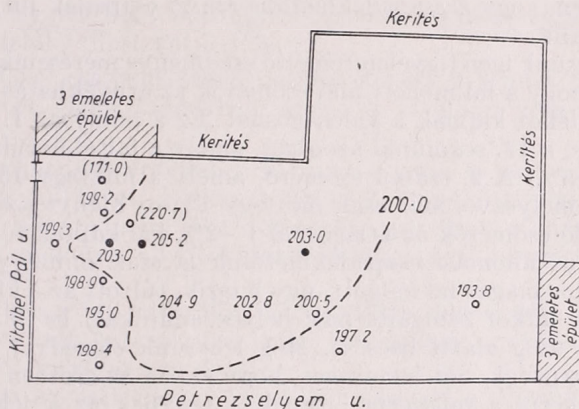
1956-ban április 13. és június 23. közt folytak a megfigyelések. Ezen idő alatt 22 csapadékmérés történt. A mérések eredményeképpen megállapítható, hogy az egyes esőmérők adatai között az eltérések jóval kisebbek, mint 1955-ben, megfelelően annak, hogy valamennyi csapadékmérő *tömített volt a beszivárgás ellen*. Május 3-án az észlelő a csapadékmérőket egymás között felcserélte, hogy a különböző műszerek közötti különbségek megállapíthatók

II. TÁBLÁZAT

Az észlelés időpontja	A csapadékmérő sorszáma														
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	I.	II.	III.
1956. IV. 13.	(4,1)	5,0	(5,4)	4,9	4,9	4,8	5,2	5,0	4,8	4,7	4,8	4,8	4,9	5,3	4,9
IV. 19.	(1,1)	1,3	(1,5)	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,5	1,1	1,3	1,3	1,4	1,6	1,6
IV. 23.	(7,5)	9,3	(10,3)	8,4	8,4	8,4	9,8	8,9	8,5	8,5	8,8	8,5	8,9	8,6	8,6
IV. 28.	(7,1)	9,3	(9,8)	8,4	8,4	8,4	9,2	9,3	8,7	8,3	8,5	8,5	8,9	9,1	8,7
IV. 29.	(2,9)	3,5	(3,5)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5	3,5	3,2	3,5	3,4	3,7
IV. 30.	(7,2)	9,0	(9,7)	8,5	8,5	8,5	9,0	9,8	8,7	8,7	8,7	8,4	8,5	8,7	8,7
V. 3.	(8,6)	12,6	(13,4)	11,8	11,8	11,5	13,3	13,4	12,0	11,8	12,0	11,5	12,3	12,9	12,4
V. 4.	(2,6)	3,1	(3,3)	3,1	3,2	3,1	3,2	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,5	3,5
V. 5.	(2,9)	4,0	(4,2)	4,2	4,1	4,0	4,0	4,1	4,3	4,1	4,0	4,1	4,5	4,3	4,2
V. 11.	(7,4)	8,6	(10,3)	9,3	9,0	8,8	8,7	9,0	9,2	9,1	8,7	8,9	9,3	9,1	9,0
V. 12.	(1,8)	2,2	(2,3)	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	2,4	2,2	2,1	2,2	2,4	2,4	2,4
V. 14.	(1,5)	2,0	(2,2)	2,3	2,1	2,1	2,0	2,2	2,3	2,0	1,8	2,2	2,4	2,5	2,2
V. 19.	(6,5)	8,1	(9,4)	8,6	8,4	8,2	8,1	8,5	8,5	8,6	8,3	8,2	8,7	8,6	8,2
V. 21.	(8,4)	10,3	(12,1)	10,9	10,6	10,7	10,6	10,7	10,9	10,6	10,8	10,5	10,9	10,8	10,6
V. 24.	(13,4)	15,2	(17,8)	15,9	15,4	15,5	15,3	16,3	15,9	15,7	15,3	15,8	15,9	15,8	15,6
V. 26.	(25,3)	23,7	(25,4)	24,4	23,9	23,2	22,8	25,2	24,2	24,2	23,9	22,4	24,2	25,2	24,6
VI. 3.	(6,0)	5,4	(6,0)	5,6	5,8	5,2	5,4	5,5	6,1	5,6	5,7	5,1	6,1	5,6	5,5
VI. 5.	(15,4)	16,3	(17,1)	16,7	16,8	16,6	16,1	16,1	16,5	16,7	15,8	16,3	16,0	16,5	16,6
VI. 7.	(6,9)	7,5	(8,0)	7,1	7,4	7,0	7,2	7,7	7,5	7,2	7,1	7,2	7,6	7,6	7,5
VI. 8.	(15,8)	17,1	(18,6)	16,5	17,3	17,3	16,8	16,8	17,2	17,4	16,9	17,1	17,8	17,8	17,3
VI. 16.	(6,6)	9,0	(9,1)	8,6	8,6	8,4	8,7	8,7	8,8	9,3	8,8	8,2	8,4	8,3	9,3
VI. 23.	(12,0)	16,7	(21,3)	17,1	17,2	16,3	15,9	17,0	17,9	17,9	17,2	16,2	17,3	17,6	17,9

legyenek, egyébként a megfigyelések egyöntetűen folytak tovább. Az adatokból figyelmen kívül hagyhatjuk az 1. és 12. számú csapadékmérőket; adataikat ui. ja szomszédos falak kétségtelenül befolyásolták, továbbá a 3. sz. műszert, amelynél a beszivárgási hiba 1956-ban is megmaradt, s így 12 műszer adatait kell csak szemügyre vennünk (II. táblázat).

A megfigyelések eredményei szerint a legnagyobb és legkisebb értékek közötti különbség lényegesen kisebb, mint az előző évben, de még a legkedvezőbb esetben is több volt, mint a középérték 5%-a. Kis csapadékoknál, a fentemlített ok következtében százalékban nagy lehet: április 19-én a legkisebb érték 1,1, a legnagyobb 1,6, tehát a középérték 35,7%-a; május 14-én a



2. ábra. Az 1956. IV. 13-tól VI. 23-ig lehullott csapadék mennyisége

legkisebb érték 1,8, a legnagyobb 2,5 mm, itt a különbség a középérték 31,8%-a volt. Nagyobb csapadékoknál azonban már kisebb, 10,0 mm-en felül csak egy esetben volt 15%, és általában nem múlta felül a 10%-ot.

A 12 csapadékmérő adatait összefoglalva megállapíthatjuk az adatok középértékét és kiszámíthatjuk a középérték valószínű hibáját, olyképpen, mintha a 12 mérésel ugyanazon értéket mértük volna meg. A valószínű hiba igen csekély, 22 eset közül 15 esetben kisebb, mint 0,1 mm és csak egy esetben múlja felül jelentéktelenül a 0,2 mm-et, ez azonban a május 26-i 25 mm-es csapadékhulláskor történt. Vagyis az egyes esőmérők adatai között nagy különbség nincsen.

A 22 csapadékmérésből megkaphatjuk az április 13. és június 24. közötti csapadékösszeget. Itt is az adatok elég jól összeillenek. A 12 állomás középértéke 200,7 mm, valószínű hibája nem egészen 0,9 mm. A szélső értékek 195,0 és 205,2, tehát az összegnek mintegy 5%-a. Az összegek már alkalmasak térképszerű ábrázolásra is (2. ábra). A vázrajz azt mutatja, hogy legtöbb a csapadék területünk közepén, éppen ott, ahol a hivatalos állomási esőmérők állanak. Itt a háromhónapos csapadékösszeg 200 mm felett volt, míg a terület szélein 200 mm alatti a mért csapadékmennyiség. A szomszédos magasabb házak árnyékoló hatását mutatja az, hogy az 1. számú műszer csak 171,0, a 12. számú 193,8 mm-t észlelt.

Hasonló eredményt kapunk, ha az egyes adatokat vizsgáljuk abból a szempontból, nem okozhat-e a szél valaminő befolyást a csapadék ilyen eloszlására. 1956 három hónapja során 6 alkalommal volt a csapadékhullás közben olyan jelentős szél, amelynek nagyobb lehetett a hatása a csapadék

eloszlására, s ugyanekkor számottevőbb csapadék hullott, tehát a mérési hiba sem lehetett olyan nagy, hogy az meghamisíthatta volna az eredményeket. Négy esetben a szél északnyugati volt, egy esetben északi, egy esetben pedig keleti. Általában a kert középső része kapta mindig a csapadék zömét, a legkevesebbet a Kitaibel Pál u. 5. sz. ház közvetlen szomszédja. A Petrezselyem u. 11. sz. ház árnyékában levő csapadékmérő viszont csak alig kapott kevesebbet az átlagosnál. Más volt a helyzet azonban május 26-án, amikor keleti volt a szél iránya, mert ekkor a Petrezselyem utcai ház szélárnyéka kapta a legkevesebb csapadékot, míg az 1. számú esőmérő a legnagyobb többletet nyerte. A kert közepének viszonylagos csapadéktöbblete tehát avval magyarázható, hogy szél esetén a házak közötti légörvény olyan, hogy itt a szél ereje csökken, s így a csapadékmérőbe annyi csapadék jut, amennyi szélcsend esetén jutna.

Megállapításunk igen figyelemreméltó eredménye méréseinknek. Az ugyanis nyilvánvaló, hogy a fal mellett álló esőmérők az árnyékhátás következtében kevesebb csapadékot kapnak a valóságosnál. Ez a hiány az 1. sz. esőmérőnél mintegy 15%-os, a 12. számúnál azonban, amely a faltól körülbelül 8 méterre áll, már csak 3,5%. A 2. számú esőmérő, amely a mintegy 16 méteres faltól 7 méterre van elhelyezve, már csak mintegy 1%-os hiányt szenvedett, míg a kert közepén álló esőmérők az átlagosnál 1—2%-kal kaptak több csapadékot. Mivel azonban az állomási csapadékmérőink is csak mintegy 8—9 méterre állanak a 16 méter magas fal mögött, úgy látszik, túlzott az a kíváncsi, hogy esőmérőink csak akkor szolgáltatnak helyes adatokat, ha biztosítva van a csapadék 45°-os szög alatti beesése. Meg lehetünk elégedve, ha 60°-os szög alatt jut be a csapadék. Sőt lehetséges, hogy ebben az esetben valamivel még több csapadék kerül a műszerbe. Ennek a ténynek az a jelentősége, hogy sok állomáson nehéz biztosítani a 45°-os beesési szöveget, s ilyenkor magasabbra helyezik a csapadékmérőt, ami viszont az erősebb szélhatás következtében össze nem hasonlítható adatokat fog adni. A 60°-os beesési szög azonban fákkal beültetett falusi udvarainkban és kertjeinkben is többnyire biztosítható.

Mint említettük, a csapadékmérőket április végén továbbtették, hogy vizsgálni lehessen, azonos mennyiségű csapadékot fogadnak-e be magukba. Miután az állomási esőmérők kivételével mind tovább lett téve, sajnos kevés az alap az összehasonlításra. Abból azonban, hogy a befogadott csapadék mennyiségét tekintve hányadik egy-egy csapadékmérő a rangsorban, mégis következtethetünk valamire. Így pl. az 5. és 6. sz. állomás csapadékmérője aránylag kevés csapadékot fogadott magába, ezért áprilisban a rangsorban hátul voltak. A csere után az 5-ös előbbre jutott (megkapta a 4. állomás nagyobb csapadékmérőjét), a 6-os továbbra is hátul maradt, a 7-es viszont hátra került. A 8-as, amely a 7-es csapadékmérőjét kapta, szintén hátra került viszont a 8-es és a 10-es előbbre jutottak. Mivel ezen állomások közt igen csekély, legfeljebb 2%-os különbség van a csapadékösszegben, tehát tulajdonképpen a csapadékmérőnek a méretezése következtében fellépő hiba is legfeljebb ilyen mértékű lehet. A kérdés még további vizsgálatot kíván.

A 3-as állomáson 1956-ban is megmaradt a régi, tömítetlen esőmérő. Feltételezve azt, hogy erre az állomásra a házfalnak már csak csekély befolyása van (s ez a feltételezés jogosult, mert már a 2-es állomás is legfeljebb 2%-os hibával működik, pedig az közelebb esik a házfalhoz), következtethetünk adataiból a beszivárgás okozta hibára. Míg a többi állomásokon átlagosan 207,7 mm csapadék esett, a 3-ason 220,7, tehát mintegy 10%-kal több. Azaz, bizonyos esetben ennyire tehető átlagosan a beszivárgás okozta hiba. Termé-

szetesen ez minden esőmérőnél más és más lehet, mint ahogyan más lesz az eső minősége szerint is. Záporszerű esőnél kisebb, mint csendes, hosszantartó esőzés esetén, erre példa június 3., illetve május 11.

Méréseink eredményét összefoglalva a következő megállapításokra juthatunk:

1. A csapadék mennyisége helyről-helyre változhat, ez a változás azonban kis területen általában csak néhány százalékos lehet. Helyesen felállított csapadékmérő tehát kellőképpen reprezentálja a felállítás környezeténe csapadékmennyiségét.

2. A felállításnál ügyelni kell arra, hogy a csapadék lehetőleg akadálytalanul juthasson be a csapadékmérőbe. Ezért a környező épületektől, fáktól olyan messze legyen, hogy mintegy 60°-os szögnél ne emelkedjenek a tereptárgyak a mérőfelület horizontja fölé.

3. A különböző csapadékmérők adatai között a felület nagyságkülönbsége következtében némi különbség lehet, ez azonban nem igen múlhatja felül az 1%-ot.

További eredmények érdekében kívánatos lenne a párhuzamos észleléseket a jövőben is folytatni. Egyrészt így a különböző szélirányoknak megfelelően lehetne az eredményeket rögzíteni, másrészt a műszerek okszerű felcserélésével a műszerek elkerülhetetlen különbségei következtében fellépő hibák felderítésére.

Az észleléseket a téli időszakra is ki kellene terjeszteni, hogy vizsgálni lehessen a csendes esők hatását a csapadék eloszlására, továbbá a szél befolyását a hócsapadék mért mennyiségére.

Helyes lenne az észleléseket egy-két műszerrel a *lőrinci obszervatórium kertjére* is kiterjeszteni, ahol teljesen zavartalan felszínen lehetne vizsgálni a csapadékösszegekben fellépő különbségeket.

A II. ORVOSMETEOROLÓGIAI TANFOLYAM JEGYZETE

54 forint példányonkénti árban megrendelhető a Magyar

Meteorológiai Társaság titkárságánál:

Budapest, II. Kitaibel Pál utca 1.

Az I. orvosmeteorológiai tanfolyam jegyzeténél jelentékenyen bővebb anyagot felölelő jegyzetet a Társaság tagjai 30 Ft-os mérsékelt áron kaphatják meg.

Még egyszer a frontokról és légtömegekről

Az Időjárás 1957. évi 6. számában megjelent és vitaindítónak szánt cikkemben arra mutattam rá, hogy a légtömegek és frontok meglehetősen újkeletű fogalma mily módon forrott ki az elmúlt negyven év folyamán. A tisztázatlan kérdések miatt természetesen nem volt egységes a szóhasználat, az egyes fogalmak értelmezése, ami félreértésekre és ellentmondásokra adott alkalmat. Hogy ez valóban így is volt, arra legjobban a budapesti front- és légtömegnaptárak, vagy helyesebben jegyzékek alapján tudtam reámutatni. *Berkes* [1] és *Aujeszky* [2] válaszukban főleg a jegyzékekhez fűzött bírálatommal foglalkoztak, de az elvi kérdésekben sem vagyunk teljesen egy nézetben. Cikkemnek — éppen vitaindító jellegénél fogva — lehettek hiányosságai, vagy félreértésre alkalmas adó részletei, hiszen az volt a célja, hogy a nézeteltéréseket kölesönösen tisztázzuk.

Az egyik leglényegesebb eltérés az előbb említett szerzők és közötttem abban a kérdésben van, hogy érkezh-e melegebb légtömeg betörési fronttal, vagy sem. Cikkemben határozottan azt állítottam, hogy nem. A válaszokban elméleti érvekkel nem tagadják e tételt, csupán egy-egy ismert jelenségre hivatkoznak (*Aujeszky* a szubtrópusi levegő frontján fellépő zivatarokra, *Berkes* az álcázott frontokra) mint a tétel cáfolatára. Minthogy e tétel alapvető fontosságú a frontok osztályozására vonatkozólag, érdemes vele kissé részletesebben újra foglalkozni.

Nem kétséges, mert nem is lehet kétséges, hogy a front típusára, fajtájára a frontfelület térbeli fekvése és mozgásának iránya a mérvadó. Ha ezt tagadnók, és nem keresnénk a frontfelület dőlésének irányát a fellépő jelenségek, valamint az aerológiai anyag felhasználásával, elvesztenénk a frontok osztályozásának egyetlen reális alapját. Ismeretes, hogy a hidegebb levegő ék alakban mindig a melegebb levegő alatt fekszik. Ha a frontfelület a hidegebb levegő felé halad, azaz a menet-

irányba nézve előredől, akkor melegfrontról, ha pedig a melegebb felé halad, azaz a menetirányba nézve a felület hátrafelé dől, hidegfrontról beszélünk. Ismét ki kell emelnünk, hogy a „hidegebb” — „melegebb” kifejezések nem a talajközeli, esetleg néhány száz méteres rétegre vonatkoznak, hanem a magasban uralkodó hőmérsékleti viszonyokat jelzik. Ha ebben megállapodunk, a fenti tételünk helyesége nyilvánvaló. De most lássuk a cáfolatnak szánt jelenségeket.

Az álcázott hidegfront átvonulásakor, amint azt *Berkes* leírta, valóban felmelegedés következik be, de *csak a talajon* ill. a legalsó néhány száz méteres rétegben. A magasban azonban mindenkor csökken a hőmérséklet, s az sem vitatható, hogy a frontfelület a magasban, ha a mozgásának irányába nézünk, hátrafelé hajlik. Tehát ez a jelenség nem cáfolja az előbbi állításunkat.

Igaz az is, amit *Aujeszky* állít: „... a szubtrópusi levegőnek vannak instabil jellegű alfajtai is, amelyek előnyomulása jellegzetes hidegfronti jelenségekkel (zivatar!) lehetnek egybekötve”. De ne feledjük el azt sem, hogy „jellegzetes hidegfronti jelenségek (zivatar)” előfordulhatnak a haladási irányba nézve előrehajló (tehát „meleg” jellegű) frontfelületen is éppen akkor, ha a felsikló, melegebb levegő instabil jellegű, amint az *Aujeszky* megállapításában is szerepel [3, 4]. A záporosó, zivatar ugyanis nem is annyira „jellegzetes hidegfronti jelenségek”, mint inkább az instabil légtömegekre karakterisztikusak. „Ellenpróbaként” emlékeztetünk itt az elsőfajú hidegfrontokra, amelyeken a kezdeti záporosót, zivatart csakhamar „csendes eső”, azaz felsikló jellegű csapadék hullás váltja fel. *Hromov* [5] a záporosókat, zivatarokat a légtömegben *belüli* csapadékképződéshez sorolja. Ez is túlzás, mert frontokon is előfordulnak (sőt a mi éghajlatunk alatt nagyobb részt ott), de ez a megállapítás reávilágít egyúttal arra, hogy helytelenül járunk el,

ha minden záporosót, vagy zivatart hidegfronthoz rendelünk.

Igy elérkeztünk egy másik ponthoz, amelyben szintén lényeges eltérés van közöttünk. *Berkes* kimutatja, hogy a betörési és felsiklási frontok 3:1 arányszámát ő sem tartja helyesnek. Az utóbbi 5 évben ez az arány már 2,5:1-re csökkent, de úgy véli, hogy 2:1 alá ezt nem lehet leszorítani. A szekunder hidegfrontok létezése ismeretes előttem is s az aránytalanság tárgyalásánál magam is említettem. Tekintetbevéve azt is, hogy a visszahajló okklúzió nálunk a legtöbbször hideg jellegű, s emiatt hidegfrontként lett feljegyezve, nem is vártam az 1:1 arányt. De ha a régi statisztikákban szereplő 3:1 arányt le lehetett csökkenteni 2,5:1-re, sőt remény van további csökkentésére is, továbbá, ha a régi statisztikák átlagos évi 759 frontját le lehetett csökkenteni a 60%-ára, 453-ra (*Berkes* adatai [1]), belátható, hogy a régebben fennálló, tagadhatatlanul objektív nehézségek miatt (aerológiai anyag hiánya, a frontfogalom tisztázatlansága stb. miatt) számos hiba csúszhatott és csúszott be a jegyzékekbe. (A hibák számát nem lehet elhanyagolhatónak tekinteni, még akkor sem, ha az előbb említett 40%-nyi csökkentésnek — mondjuk — a felét vitathatónak is tartjuk.)

Igaza van abban *Aujeszkynek*, hogy „a gyenge betörési frontok kérdésének rendezetlensége egymagában még nem hozhatja létre az összes betörési frontok nagy számbeli túltengését”. Ezt én nem is állítottam, hiszen ez a vélt okoknak csak egyike volt. Ha pedig figyelembe vesszük, hogy nem minden záporosó, sőt zivatar sem kapcsolódik hidegfronthoz, akkor kiderül, hogy a mérsékelt, sőt az erős hidegfrontok bejegyzése sem fedi mindenkor a valóságot.

Az 1948. évi híbáknak nyilvánított bejegyzésekre vonatkozólag *Aujeszky* megoldásként a légtömeg-transzformációra utal de az egyes esetekre vonatkozólag nem fejtette ki álláspontját. *Berkes* ezzel szemben behatóbban foglalkozott velük, és vizsgálatának eredményeképpen közli, hogy két bejegyzést javítania kellett, a másik két esetben pedig a bejegyzés helyes, mert a tengeri enyhe levegő álcázott hidegfronttal érkezett.

Itt újabb probléma lép előtérbe: mit jegyezzünk fel, mint uralkodó légtömeget: a) a felszint esetleg csak néhány száz méteres rétegben borító légpárnát, vagy b) az efelett megtalálható légtömeget. Az első eljárás mellett szól az körülmény, hogy az alsó légpárnában élünk, tehát közvetlenül annak hőmérsékleti, nedvességi stb. viszonyai hatnak reánk. Ezzel szemben számos meteorobiológiai kutatás bebizonyította, hogy nem vagyunk men-

tesek a magaslégrében bekövetkezett légtömeg-változások hatásaitól sem. Ha tehát az a) alatt jelzett eljárást követjük, fel kell jegyeznünk a magasabb szintekben végbement változásokat is. Így kívánják a meteorológiai szempontok is. Ha pedig a magasban végbemenő változásokat is figyelembe vesszük, kiderül, hogy egy változást nem jegyeztünk fel, mert a talajközeli és általában jobban figyelembevehető adatokban alig észrevehető. Ez egy magas melegfront, vagy egy lesikló felület átvonulása, amikor is a hideg, szárazföldi légpárna felett kialakul az igen erős, néha 10 fokot is meghaladó inverzió, s a felső rétegekben a hideg szárazföldi levegőt enyhébb levegő cseréli fel. Ezt követi a talajon uralkodó levegőhöz képest enyhe, de a magasban levő légtömeghez képest hűvös tengeri levegő betörése, fenn hátrahajló, de a hideg légpárnában előredőlő (felsikló) frontfelülettel (simét utalnom kell itt *Čadež* [6] cikkére).

A feljegyzések sémája tehát a következő: 1. betörési front, utána cKM, 2. magas felsiklási front, vagy lesiklás, utána a magasban mWM, vagy TM, a talajon megmarad a cKM, 3. betörési front, utána mM, a talajközeli rétegben is. Annak feljegyzése, hogy az utóbbi front jellege az alsó rétegekben felsikló, nem lényeges, mert a legtöbb alkalommal olyan vékony a hideg légpárna, hogy frontális jelenségek ezen a felületdarabon nem tudnak kifejlődni, különös tekintettel arra, hogy a kifejlődő turbulencia elmossa az alsó rétegben fennálló frontális különbségeket.

Lehet, hogy ez az út nehezen járható, s talán még most sincs meg mindig az összes szükséges magaslégréi anyag, de véleményem szerint ez az egyetlen helyes és logikus eljárás, mert csak így lehet elkerülni az elméleti tételekkel való összeütközést.

Vissza kell térnem a veszteglő frontok feljegyzésére vonatkozó vitára is. *Aujeszky* kétségbe vonja, hogy a veszteglő frontok (egyszerű esetekben) hideg- ill. melegfrontokból állanak. Abban igaza van, hogy ez a megállapítás az okklúziós frontokra érvényes, de *nemcsak azokra*. Az okklúziók bármely pontján, ha bármikor függőleges metszetet készítünk a frontvonalra merőlegesen, kitűnik, hogy az okklúziók egyszerű esetben hideg- és melegfrontból állanak. Ezzel szemben a veszteglőfront egy adott helyen, egy adott időpillanatban *vagy* meleg, *vagy* hideg jellegű, de a jelleg egy adott időpillanatban végig a frontvonal mentén nem azonos, de nem azonos ugyanazon a ponton az időpillanatok egymásutánjában sem. A veszteglőfront felülete éppolyan, mint a hideg- vagy a melegfronté. A jellegét az dönti el, hogy melyik irányban mozog.

Mozgásnak pedig kell lennie, mert a két légtömeg mozgásának a frontvonalra merőleges komponense nem tűnhet el, azaz a két légtömeg mozgása nem lehet tartósan párhuzamos a frontvonallal, minthogy akkor nincs függőleges mozgás sem a frontfelület mentén. Lehet, hogy kicsinyek az elmozdulások a szinoptikus állomások egymástól mért távolságaihoz képest, lehet, hogy nagyon rövid ideig tart az elmozdulás az egyik, vagy másik irányban a szinoptikus észlelési időpontok közötti időtartamhoz képest, de mozgásnak lennie kell, tehát a veszteglő front elvileg térben és időben meleg- ill. hidegfront jellegű részekre osztható.

Ami pedig a veszteglő frontok kétféle feljegyzési módját illeti, megjegyzésem akkor is fennáll, ha az elmúlt tíz év alatt az első 5 évben másként jegyezték fel, mint a második 5 évben. Az *egybefoglaló* statisztikában nem kaphatunk egységes képet a veszteglő frontok eloszlásáról, különös tekintettel arra, hogy a jegyzékeken nincs feltüntetve az az időpont, amelytől kezdve a veszteglő frontok is szerepelnek.

A következő mondatomból: „Helytelen továbbá az ilyen frontstatisztika azért is, mert csak két típust használt, újabban harmadikként néhány esetben a veszteglő frontot is, a nagyon gyakori okkluzióról pedig nem tesz említést”, *Aujeszky* azt a következtetést vonja le, hogy reá akarnám bírni a jegyzékkészítőt a valóságosnál több veszteglő front feljegyzésére. Különösebben érvelnem sem kell, hogy a következtetés helytelen, hiszen a mondatban szereplő megjegyzés: „néhány esetben” csak azt tartalmazza, hogy a veszteglő frontok száma csekély a felsiklő és betörési frontok számához képest, épp azt, hogy „a természet ilyen szűkkeblűen produkál Budapesten veszteglő frontokat”, és semmi esetre sem azt, hogy — mint *Aujeszky* értelmezi — nem minden esetben tartalmazza a veszteglő frontokat, hogy a veszteglő frontok előfordulásainak néhány esetében jegyezték csak fel ezeket.

Készségesen elismerem a cikkemnek azt a hiányosságát, hogy nem mutattam reá arra a fejlődésre, amely a front- és légtömeg-jegyzékekben az elmúlt évek folyamán bekövetkezett, s ezzel talán túlzottan pesszimista képet festettem róluk. De *Berkes* és *Aujeszky* válaszaikban elismerik, hogy vannak a jegyzékekben hibák, bár mennyiségükre nézve semmiféle támpontunk sincs. Ahhoz, hogy ezt megtudhassuk (s a fejlődés is világosan előttünk álljon), ellenőrizni kellene a jegyzékeket, amire már javaslatot tettem. Most csupán az a kérdés: végrehajtani a revíziót s kiadni a

javitott jegyzékeket, vagy adjuk a meteorológiában természetesen kevesebb járatos határterületi kutatók kezébe a jegyzékeket azzal a biztos tudattal, hogy nem mindegyik adata megbízható?

Véleményem szerint az első út az öszintébb, a tudományosabb, még akkor is, ha kevesebb hiba van a jegyzékekben, mint amennyit egyik vagy a másik olvasó a cikkemből *kiérez* — konkrét adatok híján. Az pedig igen relatív, hogy ki hány százaléknyi hibát tart megengedhetőnek, hogy ne kelljen bizalmatlansággal tekintenie a jegyzékekre.

Aujeszky ellentmondást érez abban a tanácsban, hogy ajánlatosabb az egyes esetekkel foglalkozni, mint a jegyzékek statisztikai feldolgozásával. Ez valóban ellentmondás lenne, ha az egyedi vizsgálatok számára a jegyzékeket ajánlottam volna. Ezt azonban nem tettem, hiszen az a szerző, akinek ilyen irányú vizsgálatra hivatkoztam, szintén nem a jegyzékek alapján dolgozik. De tovább menve, a hibák feltárása után a határterületi kutatók joggal remélhetik, hogy a jövőben megjelenő jegyzékek már teljesen hibátlanok lesznek, s alkalmasak egyedi vizsgálatokra. A statisztikai vizsgálatokhoz azonban néhányszor öt év anyaga kellene, de ilyen hosszú időről még nincs egységes szempontok szerint összeállított naptár.

Aujeszky tárgyi tévedésnek minősítette azt a megállapítást, hogy a jegyzékek „... jelenleg pedig az Országos Meteorológiai Intézet Időjárási Napjelentése havi mellékleteként *Aujeszky* László összeállításában” jelennek meg. Szerinte ez helytelen, mert: „a naptárakat (már 1950-től kezdve) az Időjelző Osztály szerkesztette, ennek vezetője pedig éppen 1957. év egész tartama alatt nem én (*Aujeszky*) voltam, hanem maga a cikkrő...” Mielőtt érvelésének további részére is kitérnék, kénytelen vagyok ezt néhány szóval *kiegészíteni*. Mégpedig: 1950-től 1956 végéig az Időjelző Osztály vezetője *Aujeszky* László volt, aki ezen idő alatt a jegyzékek kéziratait (az 1956. X., XI., és XII. havi kivételével, számszerint tehát mintegy hetvenet) személyesen állította össze. Igaza van abban, hogy az Időjelző Osztály vezetője 1957-ben én voltam, s ez alatt az idő alatt elkészült ellenőrzésemmel 14 hónap jegyzéke, közülük azonban csupán egy jelent meg. Tehát ezek nem szerepelhettek az összefoglaló statisztikákban, amelyek alapján a bírálatomat elkészítettem e jegyzékekre vonatkozólag. Így annak ellenére, hogy ezen a téren végzett és nyilvánosságra hozott munkásságomat nem emlitettem annak elenyésző csekély voltára való tekintettel, nem tűnhetek fel úgy, mintha saját munkámban előforduló

hibákért másra óhajtanám hárítani a felelősséget. Végül pedig tény az, hogy a cikkem az Időjárás 1957. évi utolsó számában, de már 1958. évben jelent meg (a tudományos folyóiratok kiadásának késése közismert), sőt még maga a kézirat is teljes egészében már az 1958. évben készült, amikor is az újonnan alakult és Aujeszky László vezetése alatt álló Központi Előrejelző Osztály feladata lett a jegyzékek összeállítása, tehát nem tárgyi tévedés, hogy „jelenleg” Aujeszky László összeállításában jelennek meg a jegyzékek.

A fentiekkel tisztázni óhajtottam a fennálló elvi nézeteltéréseket, valamint a cikkem hiányosságaiból származó félreértéseket.

Irodalmi utalások: [1] *Berkes Z.*: A légtömegek és időjárási frontok megállapításának hibáiról. Időjárás 62. évf. 48. old. 1958. — [2] *Aujeszky L.*: A front- és légtömeg-jegyzékek néhány időszerű kérdéséről. Időjárás 62. évf. 162. old. 1958. — [3] *P. Raethjen*, idézve Sz. P. Hromov: A szinoptikus meteorológiai alapjai, 344. old. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1952. — [4] *S. Pettersen*: Weather Analysis and Forecasting, 290. old. McGraw-Hill Book Comp., New York and London, 1940. — [5] *Sz. P. Hromov*: A szinoptikus meteorológia alapjai, 78. old. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1952. — [6] *M. Cadez*: A légkör diszkontinuitási felületeinek alakjáról. Időjárás 61. évf. 241. old. 1957.

Ozora Zoltán

Magyarországi nyárközepek szárazsága két évvel a szélsőséges napfolttevékenységek előtt

E folyóirat 1957/5. számában rámutatunk arra, hogy két évvel a napfolt-szélsőértékek megjelenése előtt nyáron Észak- és Közép-Európában gyakran magas légnyomás lép fel, mégpedig olyan gyakorisággal, amely már nem magyarázható meg a véletlennel. Ennek megfelelően Németországban azokon a nyarakon, amelyek a napfolt-szélsőértékeket két évvel megelőzik, különösen gyakran lép fel igen száraz időjárás.

Ha a nyár közepére (július és augusztus) szorítkozunk, azt látjuk, hogy az 1755. évi napfoltminimumtól az 1954. évi napfoltminimumig terjedő 18 folteiklusban minden nyárközép, amely (a határokat beleértve) 2,2 és 1,8 évvel előzi meg a napfoltminimumot, Németországban a normálisnál szárazabb volt (1. 41. szabály az [1]-ben).

A napfoltcikluson belüli „kettős ingadozás” értelmében Németországban a foltmaximumot két évvel megelőző nyárközepek is többnyire szárazabbak a normálisnál. Itt csak annak következtében adódnak kivételek, hogy egyes ciklusokban a napfoltoknak a minimumtól a maximumig való emelkedése rendkívül gyorsan megy végbe, úgyhogy az a nyárközép, amely körülbelül két évvel a maximum előtt fekszik, időbelileg még mindig közelebb esik a minimumhoz, mint a maximumhoz.

A fizikai összefüggések megítéléséhez fontos azt megállapítanunk, hogy a Németországra nézve megállapított szabályok mennyire állnak fenn Magyarország

tekintetében is. Az 1. táblázatban közöljük az 1851–1956 időszak valamennyi olyan nyárközépének csapadékelterését az 1/2.(Budapest + Debrecen) adatsor alapul vételével, amely nyarak kb. 2 évvel (1,6 és 2,4 év között) a foltminimum előtt voltak. Mint látjuk, e nyárközepek Budapest és Debrecen egybevett középértékei szerint *valamennyien szárazabbak voltak a normálisnál*. Átlagban véve 37 liter/m²-rel voltak szárazabbak, ami te-

1. TÁBLÁZAT

A csapadékmennyiségek eltérései 1/2(Budapest + Debrecen) sorozat alapján liter/m²-ben nyár közepén (július + augusztus) a 103 éves középtételektől (1854–1956) azon nyaraknál, amelyek kb. 2 évvel előztek meg egy napfolt-minimumot.

1853	2,4	} év a min. előtt	-12*
1865	1,7		-23
1876	2,4		-45
1887	2,1		-32
1899	2,2		-56
1911	2,1		-60
1921	2,1		-42
1931	2,3		-33
1942	1,7		-4
1952	1,8		-62

* Csak Budapestre vonatkozóan, mivel Debrecenből még nem állnak rendelkezésre megfigyelések.

kintélyes mennyiség. Minthogy a száraz nyárközépek valószínűsége Budapesten és Debrecenben 0,52, tehát annak valószínűsége, hogy 10 nyárközép véletlen összevágatása esetén kizárólag túl szárazakat kapjunk, $0,0014 < 0,0027$. Félrevezető volna ezért, ha a táblázat számaiban véletlen eredményt látnánk.

Azon nyárközépek számára, amelyek két évvel előzik meg a napfoltmaximumot, nem kapunk ilyen egyszerű kapcsolatot, mert a naptevékenységnek a minimumról a maximumra történő emelkedési

tartama és intenzitása igen különböző. Ha tehát ezzel a helyzettel számolni akarunk, a napfoltcikluson belüli vizsgálandó szakaszt kissé ki kell tágitani. Követelményünk az, hogy a nyárközép legalább 1,0 évvel előzze meg a következő foltmaximumot, ettől azonban legfeljebb 2,6 év távolságban legyen. Az 1854—1956 időszak azon nyárközépeit, amelyek e két követelménynek eleget tesznek, a 2. táblázatban találjuk. Ebben megvan mind a következő foltmaximumtól, mind pedig az előző minimumtól való távolság, to-

2. TÁBLÁZAT

A csapadékmennyiségek eltérései 1/2 (Budapest + Debrecen) sorozat alapján liter/m²-ben nyár közepén (július + augusztus) a 103 éves középértékektől (1854—1956) olyan nyaráknál, amelyek 1,0—2,6 évvel előztek meg egy napfolt-maximumot.

1857	2,6	} év a max. előtt ;	1,6	} év a min. után	- 24	} liter/m ²
1858	1,6		2,6		+ 83	
1868	2,1		1,3		- 14	
1869	1,1		2,3		- 12	
1881	2,4		2,6		+ 3	
1882	1,4		3,6		+226	
1891	2,6		1,9		+ 82	
1892	1,6		2,9		- 52	
1904	1,9		2,8		- 95	
1915	2,1		1,9		+ 60	
1916	1,1		2,9		- 75	
1926	1,9		2,9		+ 15	
1935	1,9		1,7		- 45	
1945	2,0		1,3		+ 2	
1946	1,0		2,3		- 54	
1955	2,3		1,2		+161	
1956	1,3		2,2		- 48	

vábbá a nyárközép csapadékeltérése Magyarországon.

A 2. táblázatból a következőket látjuk:

a) Az 1854—1956 időszakban Magyarországon egy kivételével (1858) valamennyi nyárközép szárazabb vagy legfeljebb 15 liter/m²-rel volt nedvesebb a normálisnál: ezek közelebb voltak a foltmaximumhoz, mint a minimumhoz, és ezenkívül a maximumtól legalább 1,0 évnél, a minimumtól 3,0 évnél kisebb távolságra voltak.

b) Ugyanebben az időszakban a 10 napfoltciklus mindegyikében az 1,0 és 2,6 év között a maximum előtt legalább egy olyan nyárközép volt, amely Magyarországon vagy szárazabb volt a normális-

nál, vagy legfeljebb 15 liter/m²-rel volt annál nedvesebb.

Egelőre egyik kapcsolatot sem tekinthetjük olyanoknak, mint amely kívül fekszik a véletlen területén: ehhez még meg kell várnunk a további napfoltciklusokban eszközlendő megfigyeléseket.

Az Országos Meteorológiai Intézetnek köszönetemet fejezem ki a nyári hónapok csapadékmennyiségeinek Budapestre (1851 től) és Debrecenre (1854-től) vonatkozó adataiért.

IRODALOM. [1] Baur, F.: Physikalisch-statistische Regeln als Grundlagen von Wetter- und Witterungsvorhersagen. Frankfurt a. M. 1956.

Franz Baur

A Drogajcev-féle csapadék-előrejelzés bevalása

Folyóiratunk ez évi első számában közöltük D. A. Drogajcev-nek, a földrajz-tudományok doktorának (Moszkva) rendkívül figyelemre méltó tanulmányát, amely a magyarországi április—júniusi csapadékmennyiség előrejelzésének kérdésével foglalkozott. A cikk végén közöltük a szerzőnek az 1958. évre szóló előrejelzését is, amely szerint a jelzett április—júniusi időszakra — országos átlagban — a törzsértéknek kb. megfelelő (186 mm-nyi) csapadék várható. (Az országos átlagértéket a szerző 13, az országban kb. egyenletesen eloszlott állomás alapján számította.)

A következőkben beszámolunk arról, hogy ugyanezen 13 állomás adatai szerint milyen mértékű volt az előrejelzés bevalása. Ezzel párhuzamosan taglaljuk a jelzett időszakon belül a csapadék időbeli és térbeli eloszlását is azért, hogy a bevalás finomabb körülményeire is fényt deríthessünk.

A következő kis táblázatból kitűnik a csapadék országos havi összege és törzsértéke a megjelölt hónapokban, valamint az április—júniusi végösszeg:

	IV.	V.	VI.	Σ
1958	42	23	126	191 mm
1901—30 ...	55	62	70	187 mm
Eltérés	-13	-39	+56	+4 mm

Amint láthatjuk, az előrejelzés tökéletesnek mondható, hiszen az előrejelzés csak 5 mm-rel (2,5%) tér el a valóban bekövetkezett értéktől. (A mi számításunk szerint az országos törzsérték nem 186, hanem 187 mm, így az eltérés csak 4 mm.)

Az eredeti cikkben közölt 19 évi adatsor szerint az országos csapadékátlag közepes eltérése ± 40 mm, vagyis *tízszerezve* a fenti eltérésnek. (A szélső értékek 121 és 279 mm.)

Igen érdekes az eltérések havi alakulása. Mint láthatjuk, április és május komoly csapadékhiánnyal zárult, amit azután június egymaga egyenlített ki. Igen helyes tehát Drogajcev sejtése, hogy az előrejelzés alapjául szolgáló — általa felfedezett — összefüggés a feléves monszun-cirkuláció erősség-ingadozásaival kapcsolatos. A közép-európai monszun erősségét tehát az október—decemberi időszak (a télelő) hőmérsékleti viszonyai szinte egyértelműen meghatározzák.

Érdekes néhány pillantást vetni a bevalás területi eloszlására is. A 13 állomás adatai szerint 10-nél az eltérés a $\pm 10\%$

közé esik. Ezzel szemben Egernél +72%, Szegednél és Mohácsnál pedig -40% körüli. (A legnagyobb eltérés egyébként a Kékestetőn mutatkozott, közel +200%!) Az ország területének tehát nagyobb részén közel 100%-os volt a bevalás. Komolyabb pozitív eltérés csak az északi hegyvidéken mutatkozott. A csapadékhiány viszont az ország déli határszélére korlátozódott. (A Dunántúl északi felében -10%, a déli felében pedig +10%-nyi a maximális eltérés.)

A csapadék-eltéréseknek, illetőleg a bevalásnak ilyen területi eloszlása megint csak a júniusi monszun, hazánk területén szokásos kialakulásával áll kapcsolatban. A csapadék évi járásában ugyanis a Dunántúl inkább májusi és júliusi, meg augusztusi maximumok jelentkeznek, a júniusi maximum főként a keleti területek sajátja. Ez nyilván az országban belüli hőháztartási viszonyoknak is következménye. Cirkulációs adottságok is szóba jönnek, hiszen a tengeri hűvös légtömegek jobbra a Kárpát-medencétől északra áramlanak el és ezért északkeleti megyéinkben növekszik legerőteljesebben májusról júniusra a csapadék.

Érdekes még foglalkozni azzal a kérdéssel, hogy mi az éghajlati valószínűsége az olyan csapadék-eloszlásnak, mint az idei április—júniusi időszakban volt. A budapesti csapadéksorozat tanúsága szerint 118 év alatt 19 esetben volt a június csapadékmennyisége 100 mm fölött. Ezek közül azonban — eltekintve az ideitől — csak 2 esetben volt a megelőző május nagyon száraz (30 mm alatt). Ez a 2 év 1847 és 1948 volt. Az ellenpróba is hasonlóan kis valószínűséget ad olyan havi csapadékeloszlásra, mint az ideit. Ugyanis az említett sorozatban 7 olyan évet találunk, amidőn a normálisnál egyszerezre volt szárazabb az április és a május is. Ezek közül megint csak kettőben (1847 és 1871) következett az átlagnál csapadékosabb június. Az éghajlati valószínűségek alapján tehát az idén inkább száraz júniusra lehetett következtetni! Annál érdekesebb tehát a Drogajcev-féle összefüggés, illetve előrejelzés ilyen jó teljesülése.

Megjegyezzük még, hogy Budapesten hasonlóan kicsiny a valószínűsége annak, hogy május és június *egyszerre* 100 mm-en felüli csapadékkal záruljon; 118 év alatt mindössze 2 évben (1853-ban és 1939-ben) fordult elő. Egyébként Budapest adatai elég jól képviselik az országos átlagot.

Berkes Zoltán

Druckanstieg in hohen Luftschichten bei zunehmender ultravioletter Strahlung

— Erwiderung und Ergänzung —

Der Einwand von Herrn Dr. *van der Bijl* beruht auf einem Mißverständnis. Es war mir nicht in den Sinn gekommen, die Vorgänge in der Ozonosphäre als „adiabatisch“ zu bezeichnen. Ich darf vielleicht hier noch einmal den Wortlaut der bezüglichen Stelle aus *Időjárás* 5/1957 anführen :

„Durch die Absorption der UV-Strahlung wird die Atmosphäre in 20 bis 40 km Höhe erwärmt. Darüber nimmt die Temperatur wieder ab. Es besteht also in diesen Höhen eine Konvektionsschicht ähnlich der Troposphäre, in der hochreichende adiabatisch verlaufende Verikalumlagerungen stattfinden.“

Die Anwendung der Gleichung

$$\frac{dT}{T} = 0.285 \frac{dp}{p} \quad (1)$$

war also für die über der Ozonosphäre gelegene Schicht (zwischen 40 oder 50 km und 80 km) gedacht. Die Erwärmung durch die UV-Strahlung findet in der Ozonosphäre statt, infolgedessen steigt von der obersten Schicht der Ozonosphäre erwärmte Luft auf in den Raum hinein, in welchem keine Wärmezufuhr durch Strahlung stattfindet. Hier wird von der wärmeren aufsteigenden Schicht — solange keine Durchmischung erfolgt — nur äußere Arbeit geleistet und dann gilt die erwähnte Gleichung in beiden Richtungen gelesen.

Es ist freilich fraglich, ob die in *Időjárás* 5/1957 angegebene Begründung quantitativ zur Erklärung der beobachteten Druckänderungen ausreicht, zumal diese nicht nur in der Höhe, sondern auch in den unteren Luftschichten auftreten. Hier bietet der *van der Bijl*sche Gedanke bessere Möglichkeiten, zu einer befriedigenden Erklärung zu kommen. Man muß dabei aber die jahreszeitlichen Verschiedenheiten der Wirkung einer gesteigerten UV-Strahlung auseinanderhalten.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse in den Wochen um das *Sommersolstitium*. In dieser Zeit wird die meiste ultraviolette Strahlung in dem dauernd von der Sonne bestrahlten Polargebiet absorbiert. Die erwärmte Schicht dehnt sich aus. Eine Ausdehnung in Richtung der Breitenkreise ist jedoch nicht möglich, weil die ganze Polarkalotte erwärmt wird. Aber auch ein Ausfließen der erwärmten Luft in meridionaler Richtung ist wegen der in hohen Breiten großen Horizontalkomponente der Corioliskraft nur in beschränk-

tem Maße möglich. Die Ausdehnung der erwärmten Luft erfolgt hier daher hauptsächlich nach der Höhe. Die oberen Teile der Luftmasse *A B C D* (siehe Figur von *van der Bijl*) rücken von *D C* nach *D' C'*. Durch diese Ausdehnung nach oben wird der Druck im Raume *A B C D* vermindert. Dadurch strömt in diesen Luft von benachbarten Breitengraden mit keiner oder geringerer Erwärmung ein. Es findet im Raume *A B C D* ein echter Massenzuwachs statt. Infolgedessen muß der Luftdruck unter diesem steigen, und zwar nicht nur in 20 km Höhe, sondern auch noch darunter.

Damit findet das Auftreten von troposphärischen Hochdruckgebieten am polaren Rande der gemäßigten Zone im Sommer bei oder nach Zunahme der Sonnenfackeln (mit dazu gehöriger Steigerung der UV-Strahlung) seine Erklärung (vgl. *Időjárás* 5/1957, Seite 328—330, 387—388 und Tabelle 4).

Im *Winter*, wenn die meiste UV-Strahlung von der Ozonosphäre der Tropen und Subtropen absorbiert wird, liegen die Verhältnisse etwas anders. Wenn wir von kurzen UV-Ausbrüchen, wie sie bei chromosphärischen Eruptionen auftreten, absehen und nur mehrtätige Steigerungen der ultravioletten Strahlung infolge länger anhaltender Vermehrung der Sonnenfackeln ins Auge fassen, dann treten Längenunterschiede in der UV-Bestrahlung nur vorübergehend auf, so daß auch in den Tropen und Subtropen keine Ausdehnung der erwärmten Luft in zonaler Richtung stattfindet. Dagegen ist in niederen Breiten wegen der geringeren Größe der Horizontalkomponente der Corioliskraft eine Ausdehnung in meridionaler Richtung möglich. Aber selbstverständlich tritt auch eine Ausdehnung der erwärmten Luft in vertikaler Richtung ein, wenn auch wahrscheinlich in geringerem Maße als im Sommer im Polargebiet. Durch die vertikale Ausdehnung wird ein Einströmen von Luft aus benachbarten, weniger stark erwärmten Breiten bewirkt. Da auf der Halbkugel, die Winter hat, die Absorption der UV-Strahlung am Äquator am stärksten ist, wird durch diese Massenzufuhr in Verbindung mit einem Druckanstieg über der Ozonosphäre gemäß Gleichung (1) in der Höhe ein Luftdruckgefälle vom Äquator zum Pol bzw. eine Verstärkung des im Winter in hohen Luftschichten ohnehin schon bestehenden Luftdruckgefälles vom Äquator zum Pol erzeugt. Durch dieses

Gefälle und die meridionale Ausdehnung der erwärmten Luft tritt in etwa 20 bis 30 km Höhe eine Strömung von den Subtropen in Richtung auf den Pol hin ein. Am Nordrand der Subtropen ist die Horizontalkomponente der Corioliskraft bereits so groß, daß die Strömung alsbald nach Osten abgelenkt wird. Dabei tritt wegen der Konvergenz der Meridiane eine

Aufstauung der Luftmassen ein. Das bedeutet einen örtlichen Massenzuwachs, der wiederum auch zu einem Druckanstieg in den unteren Luftschichten führt. Damit läßt sich die Verstärkung und Polwärtsverlagerung des subtropischen Hochdruckgürtels bei Zunahme der Sonnenfackeln erklären (vgl. *Időjárás* 5/57. Seite 330 und 388, Tabelle 5).

Nyomásemelkedés a magasabb légrétegekben fokozódó ibolyántúli sugárzás esetén

— Válasz és kiegészítés —

Dr. van der Bijl úr ellenvetése félreértésen alapul. Eszembe sem jutott hogy az ozonoszférában végbemenő folyamatokat „adiabatikusnak” nevezem. Szabadon talán még egyszer a vonatkozó szöveget idéznem az *Időjárás* 1957/5. számából: „Ennek elnyelése a 20 és 40 km közti rétegeket fölmelegíti. Fölöttük a hőmérséklet ismét csökken. Itt tehát egy konvekciós övezet alakul ki, olyan, mint a troposzféra. Benne nagy magasságig felnyúló, adiabatikusan lefolyó függőleges mozgások uralkodnak.”

A

$$\frac{dT}{T} = 0,285 \frac{dp}{p} \quad (1)$$

képlet alkalmazását tehát az ozonoszféra felett (40 vagy 50 km és 80 km között) fekvő rétegre vonatkoztattam. Az ibolyántúli sugárzás következtében előálló fölmelegedés az ozonoszférában megy végbe, következőképpen az ozonoszféra legfelső rétegéből hevített levegő száll fel abba a térbe, amelyben nincsen sugárzás következtében előálló hőnyereség. Itt a melegebb emelkedő réteg — mindaddig, amíg keveredés nem következik be — csak külső munkát végez és így a fenti egyenlet *mindkét irányban olvasva* érvényes.

Persze kérdéses, hogy az *Időjárás* 1957/5. számában adott indokolás mennyiségileg elegendő-e az észlelt nyomásváltozások magyarázatához, már csak azért is, mert ezek nem csupán a magasságban, hanem az alacsonyabb légrétegekben is fellépnek. Itt van der Bijl elképzelése jobb lehetőségeket nyújt kielégítő magyarázat megadásához. El kell azonban különítenünk a fokozott ibolyántúli sugárzás behatásának évszakonkénti eltéréseit.

Vizsgáljuk meg mindenekelőtt a *nyári napforduló* körüli hetekben fennálló viszonyokat. Ebben az időszakban nyelik el a naptól tartósan besugárzott sarki területek a legtöbb ultraibolya sugárzást. A felmelegített réteg kiterjeszkedik. A kiterjeszkedés azonban a szélességi körök irányában nem mehet végbe, mert az egész

sarki gömbcsüveg felmelegszik. A felmelegedett levegőnek a kifolyása azonban meridionális irányban is csak korlátozott mérvben mehet végbe, a Coriolis-erőnek a magas földrajzi szélesség alatt fennálló nagy vízszintes összetevője folytán. A felmelegített levegő kiterjeszkedése ezért itt főként felfelé történik. Az *ABCD* légtömeg felső részei (l. van der Bijl ábráját) *DC* felől *D'C'* felé tolnak. E felfelé irányuló kiterjeszkedés folytán csökken a nyomás az *ABCD* térben. Ezáltal ide a szomszédos szélességi körökről kevés vagy semmi felmelegedést nem nyert levegő áramlik be. Az *ABCD* térben a szó teljes értelmében vett tömegnövekedés következik be, aminek következtében ez alatt a légnomásnak emelkednie kell, mégpedig nemcsak 20 km magasságban, hanem még lejjebb is.

Ez adja a magyarázatát annak, hogy a mérséklet öv poláris szegélyén nyáron a napfáklyák szaporodása esetén vagy ezt követően (az ultraibolya sugárzás ezzel együttjáró fokozódása mellett) troposzférai magasnyomású területek lépnek fel (l. *Időjárás* 1957/5., 328—330., 387—388. old. és 4. táblázat).

Télen, amidőn a legtöbb ultraibolya sugárzást a trópusok és szubtrópusok ozonoszférája abszorbeálja, a helyzet kissé más. Ha eltekintünk a rövid ultraibolya kitérésektől, mint amilyenek a kromoszférikus erupcióknál lépnek fel és csak az ibolyántúli sugárzásnak a napfáklyák hosszabbban folytatódó szaporodása következtében fellépő, több napon át tartó fokozódásait vesszük figyelembe, akkor az ibolyántúli sugárzásban hosszkülönbségek csak átmenetileg lépnek fel, úgyhogy a trópusokon és szubtrópusokon sem terjed ki zónális irányba a felmelegedett levegő. Az alacsony szélességi köröknél ezzel szemben a Coriolis-erő vízszintes összetevőjének kisebb értéke miatt lehetséges a meridionális irányba való kiterjedés. Magától értetődőleg azonban a felmelegedett levegő függőleges irányban is kiterjed, bár valószínűleg csekélyebb mértékben, mint nyáron a sarkvidéken. A függőleges kiterjedés

a levegőnek a szomszédos, kevésbé felmelegedett szélességi körök felől történő beáramlását idézi elő. Miután azon a féltekén, amelynek téli évszaka van, az ultraibolya sugárzás abszorpciója az egyenlítőnél a legerősebb, e légtömegszállítás folytán az ozonoszféra felett végbemenő nyomásnövekedéssel karöltve az (1) egyenlet szerint a magasságban az egyenlítőől a pólus felé irányuló légnyomásos áll elő, illetve a télen a magas légrétegekben már amúgyis fennálló, az egyenlítő felől a pólus felé irányuló légnyomásos megerősödik. Az említett esés és a felmelegedett levegő meridionális kiterjedése következtében kb. 20–30 km-es magasságban

a szubtrópustól a pólus irányában haladó áramlás lép fel. A szubtrópustok északi szegélyén a Coriolis-erő vízszintes összetevője már olyan erős, hogy az áramlást hamarosan kelet felé téríti el. Ugyanekkor a meridiánok konvergenciája miatt a légtömegek feltörődése következik be. Ez ismét helyi légtömegnövekedést jelent, ami megint csak az alsó légrétegekben végbemenő nyomásnövekedésre vezet. Ezzel magyarázható a napfáklyatevékenység növekedésénél a szubtrópusi magasnyomású öv megerősödése és a pólus felé való áthelyeződése (l. *Időjárás*, 1957/5., 330. és 388. old., 5 tábl.).

Prof. Franz Baur

A sferics meteorológiai alkalmazásáról

Beszámolóm célja az, hogy az 1959-ben hazánkban is meginduló sferics-mérésekről kvalitatív tájékoztatást adjon. Az általános tudnivalók után összefoglalom az eddig kialakult mérési módszereket — elemezve tulajdonságaikat hatótávolság, kezelés, pontosság stb. szempontjából —, majd a jelenleg Európában kialakult sferics-hálózatokat ismertetem, végül érintem az egyéb alkalmazási lehetőségeket.

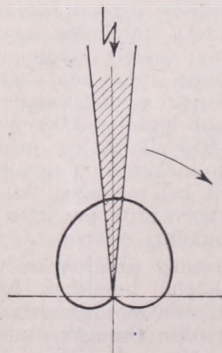
A sferics elnevezéssel egyaránt jelölik a légköri villamos kisüléseket és a kisülések helyét meghatározó eljárásokat; a szó az *atmospheric noise* (légköri zörej) rövidítéséből származik s ma már nemzetközi kifejezésnek számít. A sferics segítségével megállapítható a zivatargócok földrajzi helyzete a bennük végbemenő villamos kisülések bemérésével. A légköri zörejek, kisülések minden front velejárói: a töltéskiegyenlítődés hidegbetörésnél villámok, felsiklásnál pedig csendes kisülések (Static) formájában történik, utóbbit nem is halljuk, csak műszerekkel mutatható ki.

Gyakorlatilag nemcsak egyszerű helymeghatározásra alkalmas a sferics, hanem pl. a labilitási területek állandó nyomónkövetésére, állapotuk indikálására, továbbá hideg- és melegfrontok szétválasztására akár 3–5000 km sugarú körben is.

Egy-egy kisülés, villám lényegében a meteorológiai folyamatok felépítette villamos tér széttörése. A legintenzívebb villámokban 10^9 V-os potenciálkülönbség 10^5 A-es árammal 25–50 μ s alatt egyenlítődik ki. A térerősség időben ilyen nagymértvű megváltozása magyarázza, hogy egyes légköri zörej impulzusok még 9000 km távolságra is eljutnak.

Részletes vizsgálat kimutatta, hogy a kisülések számtalan, különböző frekvenciájú jelkomponenst tartalmaznak, így a sferics *frekvenciaspektruma* nagy kiterjedésű: nyolc nagyságrendet ölel fel néhány Hz-től kb. 100 MHz-ig, vagyis 10 000 km-től a méteres hullámhosszakig. E spektrumból azonban csak az alsó 100 KHz-et hasznosíthatjuk, mert itt kapunk számottevő jelerősséget, amellet a rádióállomások zavarása még jelentéktelen.

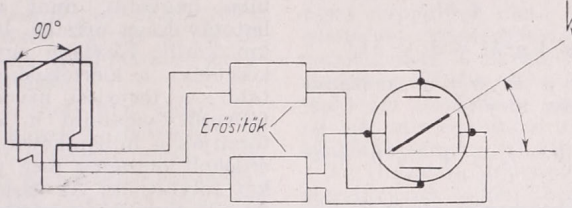
Az első sferics iránymérő — rádiogonióméter — elkészítése *Watson* és *Lugeon* nevéhez fűződik, akik úttörőként gondoltak arra, hogy meteorológiai célokra használják fel a légköri zörejeket. A Lugeon-féle keskenyszektorú iránymérő két, egymásra merőleges, lassan forgó keret- és hozzákapcsolt magasantennával dol-



1. ábra. A Lugeon-féle gonióméter elvi működése. A szögörbe az eredő sugárzási karakterisztika

gozik. Az antennák eredő sugóárási karakterisztikája (1. ábra) és a kapcsolt erősítő olyan megoldású, hogy azok csak a vonalkázott szektorból érkező jelet továbbítják a regisztráló berendezésre. A keretantennák perccenként egyszer körülfordulva a bejövő impulzusokat irányjuk szerint rögzítik; a hely megállapításához három állomás szükséges, egymástól több száz, esetleg ezer km távolságra. Az

után katódsugárcső eltérítő lemezeire adják; a csövön eredőként a 2. ábra szerint a zavarimpulzus irányába mutató vonal jelenik meg, amit fényképezéssel regisztrálnak. Mivel itt egyes zörejek bemérése szükséges, azért fontos az állomások szinkron fotoregisztrálása. Erről szinkronizáló jelek gondoskodnak, amelyeket pl. a Szovjetunióban rádió sugároz ki a központi állomás. A szinkron jelek azon-



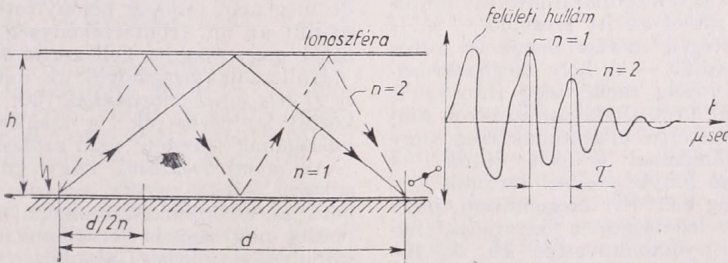
2. ábra. A katódsugárcsőes iránymérő tömbvázlata

egyes iránymérő állomások távbeszélő v. rádióösszeköttetés útján kicserélik adataikat, majd a három irányt térképre rajzolva azok metszéspontja meghatározza a kisülési góc helyét.

Az előbbihez hasonló, több állomással működő rádiógonióméter fejlesztett ki az angol meteorológiai szolgálat a második világháború idején: a katódsugárcsőes iránymérőt. Ennek segítségével időjelző hajók kiküldése nélkül — ami nagy kockázatot jelentett volna akkor —, csupán

ban csak véges idő múlva érkeznek meg a vezérelt állomásokra (pl. a Moszkva — Kíev távolság befutásához az ionoszférán át kb. 3 msec szükséges), ami több intenzív kisülési góc egyidejű működésekor már nehézséget okozhat.

Az eddig vázolt goniómétereiktől teljesen eltérő a légköri zörejek hullámalkvizsgálatán alapuló eljárás. Lényege a következő: a kisüléskor keletkező impulzuszerű elektromágneses hullám minden irányban tovaterjed a légkörben. Egyes



3. ábra. A baloldali rajz a légköri zörejek első és második térhullámának terjedését, a jobboldali ugyanezen hullámok oszcilloszkóp képét mutatja

a szigetország területéről tájékozódtak a frontok elhelyezkedéséről.

A katódsugárcsőes iránymérő szintén két, egymásra merőleges — de ezúttal álló — keretantennával dolgozik. A keretantenna sugóárási karakterisztikájának minimuma van síkjára merőlegesen (vagyis a normálisából nem vesz jelet). A beérkező impulzus mindkét antennában feszültséget indukál, a beesési szögtől függően egyik antennában többet, a másikban kevesebbet. A feszültségeket erősítés

komponensei felületi, mások pedig térhullámként nagy távolságra jutnak el. A felületi hullám legrövidebb útja miatt legelőször érkezik meg egy adott helyre, az ionoszféráról visszaverődött térhullámok pedig aszerint, hogy egy v. több ugrást kellett megtenniük, néhány μsec -mal később futnak be. A jelet oszcilloszkópra véve csökkenő amplitudójú impulzussort kapunk az ernyőn (3. ábra). Az egyes csúcsok közötti időkülönbségből számítható a légköri kisülés távolsága.

A hullámalakvizsgálat kvantitatív elemzését Schonland végezte el, ezt kivonatossan ismertetem. A 3. ábra jelölései: l_n = a hullám teljes útvonala; l_n/n = egy ugrás hossza; h = ionoszféra magassága; d = a kisülés távolsága; n index a térhullámok sorszáma, pl. $n=1$ az első, egy ugrással érkező térhullámot jelenti.

Az útvonalat d -vel és h -val kifejezve:

$$\frac{d^2}{4n^2} + h^2 = \frac{l_n^2}{4n^2}$$

$$\text{ebből: } l_n = \sqrt{4n^2 h^2 + d^2} = c t_n$$

írjuk fel az $n=p$ és $n=q$ sorszámú térhullám beérkezési idejét:

$$t_p = \frac{1}{c} \sqrt{4p^2 h^2 + d^2}; \quad t_q = \frac{1}{c} \sqrt{4q^2 h^2 + d^2}$$

A két térhullám beérkezési idejének különbsége (ez mérhető az oszcilloszkópon):

$$t_q - t_p = \tau = \frac{1}{c} [\sqrt{4q^2 h^2 + d^2} - \sqrt{4p^2 h^2 + d^2}];$$

Ebből:

$$d^2 = \frac{[4h^2(q^2 - p^2) - c^2 \tau^2]}{4c^2 \tau^2} - 4p^2 h^2$$

A kifejezésben az ismert mennyiségeken kívül szereplő h -t, a visszaverő réteg magasságát, hasonló gondolatmenettel három csúcs közötti időtartamból számíthatjuk, így végeredményben a kisülési góc távolsága az *ionoszféra magasságának ismerete nélkül* is megállapítható. Ez fontos eredmény, mivel az itt szereplő C és D ionoszférarétegek mérése nehéz és kevés helyen történik. — A hely meghatározásához a távolság mellé még irányra is szükség van, amit általában szinkron működő goniométerrel állapítanak meg s így egyetlen állomással is célt érünk. — Regisztrálása fényképezéssel történik.

A teljesség kedvéért megemlítem, hogy *radarral* is lehetséges a zivatarok felderítése és nyomonkövetése kb. 3–400 km-en belül.

Összehasonlítva az egyes eljárásokat, megállapíthatjuk, hogy *ideális módszer nincs*. — A goniométerekhez több állomás szükséges, kellő pontosság érdekében 500–1000 km bázistávolsággal. Kisebb országok ezért csak nemzetközi hálózatba léphetnek be. A felállítás helye is kritikus: az erősáramú zavarimpulzusokat (motorok, fogyasztók ki-bekapcsolása, ívhúzás villamos felsővezetékén stb.) nem tudja megkülönböztetni a „valódi” sfericstől. Bemérési szöghiba: $+1^\circ$. Hatótávolsága kb. 10 000 km átmérőjű terület, ha a mérőállomások bázistávolsága 1000 km körüli. A kezelés és az adatok kiértékelése egy-

szerű, különösen a Lugeon-féle gonióméternél, ahol távregisztrálás is alkalmazható. Az észlelések a katódsugárcsőves gonióval 3–4 óránként 20–30 perc időtartamúak, a Lugeon-féle pedig folyamatosan regisztrál. A hideg- és melegfrontok kisüléseit nem különböztetik meg.

A hullámalakvizsgálóhoz csak egy állomás szükséges, a felállítási hely kevésbé kritikus, mert a közeli zavarokra nem reagál, nem ad reá távolságot. Mérési hiba nagyobb, mint a gonióméternél, hatótávolsága éjszaka 4000, nappal 3000 km körül. Kezelése egyszerű (automata készülék), a kiértékelése annál bonyolultabb: a terjedési útvonal meteorológiai tényezői, valamint a légkör csillapítása torzítják a hullámképet; ezen a téren az érdekelt országok még jelentős kutatásokat folytatnak. Az észlelések időtartama 20–25 perc 3–4 óránként. Előnye még, hogy a hidegbetörés és a felsiklás kisüléseit — és így a frontokat — megkülönbözteti.

Jelenleg Európában a dán, finn, lengyel, norvég, nyugatnémet, olasz, finn, spanyol, svéd és szovjet meteorológiai szolgálat csak goniométerrel, az angol, francia, keletnémet és svájci szolgálat hullámalakvizsgálóval és goniométerrel végzi sferics észleléseit.

A légköri zörejvizsgálatok egyéb alkalmazásairól szólva csupán megemlítem, hogy a sfericsnek *biológiai hatása* is van: az emberi idegrendszert működtető áramimpulzusokat zavarják a külső világ 10–12 nagyságrenddel erősebb természetes v. mesterséges villamos kisülései. Merész, de még nem teljesen bizonyított állítások szerint az ún. frontérzékenység magyarázatát nagyrészt itt kell keresnünk.

Hullámalakvizsgálóval az ionoszféra C és D rétegeinek magasságát (30, ill. 80 km körül) is mérhetjük; a kisülési góc távolságának ismerete nem szükséges.

Az *atomrobbantások* nagy villamos kisüléssel járnak együtt, ez szintén bemérhető és a hullámalakvizsgálattal még a bomba nagysága is becsülhető a beérkező impulzus amplitúdói alapján.

Jelen ismertetés nem törekedett teljességre (így pl. a mérések gyakorlati kivitelezése a vázolt egyszerű elvek alapján ugyan, de bonyolult felépítésű berendezésekkel történik), csupán áttekintést kívánt nyújtani a sferics problémakör külföldi eredményeiről és a hazai felhasználás lehetőségeiről.

IRODALOM. Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, 1952–58. évf. — Zeitschrift für Meteorologie, 1955–58. évf. — Atmospheric Techniques, WMO Technical Note Nr. 12. Annals of the IGY, III. 1. sz.

Mezősi Miklós

A valódi horizontról

A mindennapi életben gyümölcsösök, szőlőkeretek, gyógy- és üdülőhelyek területének kijelölésekor, és még számos más esetben egyre többször merül fel egy-egy kisebb-nagyobb tereprész mikroklíma viszonyaival kapcsolatos kérdés. A feladat megoldására általában kevés idő áll rendelkezésre. Nincs lehetőség arra, hogy a kérdéses területen hosszabb ideig történjék műszeres meteorológiai megfigyelés. A gyakorlat részéről egyre szaporodó igények sürgették a mikroklimatikus terepfelmérések megindítását.

Számos kutató kezdett meg kisebb-nagyobb területen kísérleti méréseket és egyúttal megindult a terepfelmérési módszerek kidolgozása. Az irodalomból ismert eljárások közül csak azok a követésre méltók, amelyek a felméréendő terep szakember által történő szemléjét, majd ennek alapján néhány jellemző ponton rövid ideig tartó meteorológiai mérések végzését követelik meg. Ezeket a méréseket az ideiglenes állomások környékén végzendő szűrőpróbás műszeres mérések és fenológiai megfigyelések egészítik ki.

Az említett esetekben elsősorban a kérdéses terület makroklimájáról kell beható ismereteket szerezni, a közeli állandó jellegű meteorológiai állomások sokévi megfigyelései alapján. Csak ezután tehetjük meg a következő lépést a mikroklíma viszonyok megismerése felé. Ekkor elsősorban a kérdéses terület sugárzási viszonyait kell tanulmányozni, mivel ez a mikroklímák kialakulását döntő módon befolyásolja.

E helyen a sugárzási viszonyokat meghatározó és módosító tényezők közül a környező hegyek, erdők és egyéb természetes és mesterséges tereptárgyak árnyékvetésével foglalkozunk részletesebben.

* Geiger „A talajközeli légréteg éghajlata” című művében F. Lauscher ezirányú munkásságát ismerteti. Ennek alapján kezdtük meg vizsgálatainkat arra vonatkozóan, hogy egy adott mérési pont milyen mértékben árnyékolta a környező természetes vagy mesterséges tereptárgyaktól, illetve milyen a *tényleges horizont*. Takács Lajos tanulmányában megállapítja, hogy a tényleges horizontot számítás útján meghatározni nehézkes, ezért e célból térképet szerkesztett. Ezen a térképen 0-tól 360°-ig 5 fokként az égtájnak megfelelő oldalszögeket tünteti fel. A magassági szögek szintén 5 fokként a külső körtől befelé vannak felrajzolva, a 90 fok a körök középpontja. Az ábra alsó felén vastag vonalakkal a nappályákat jelentő deklinációs körívek vannak feltüntetve, ezeket az óvonalak metszik.

A mérési helyen a látóhatár magasságát teodolittal mértük 5 fokként. Az oldalszögeknek megfelelő magassági szögek értékeit berajzoltuk az említett térképre, majd ezeket a pontokat folytonos vonallal összekötve megkaptuk a mérési hely valódi horizontját.

Az így készült ábráról interpolálással kellő pontossággal leolvasható az év kérdéses napján az illető álláspont helyileg lehetséges napfénytartama, továbbá a napmagasság, a napsütés iránya és egyes tereptárgyak árnyékvetésének iránya. A tényleges napfelkelte és napnyugta időpontját szintén csak a tényleges látóhatár ismerete alapján adhatjuk meg.

Az Országos Meteorológiai Intézet műszerkertjének valódi horizontját bemutató 1. ábra jól érzékelteti az állomás zárt, városi jellegét. Az egész év folyamán különösen a délutáni órákban erősen árnyékolta az állomás. November 4-től február 9-ig pl. több, mint 3 hónapra keresztül a közvetlen napsütés mindössze napi 1–3 órát tesz ki. Az északias irány erős árnyékoltsága — bár napsütés szempontjából nincs jelentősége — a szomszédos ház tűzfalának közelsége következtében erősen rányomja bélyegét az időjárás elemek itt mért értékeire.

A látóhatár korlátozottsága télen és nyáron igen változó lehet, amit a környező fák lombos, vagy lombtalan volta határoz meg. Erre példaként a Martonvásári Mezőgazdasági Kutató Intézet patológiai kertjének valódi horizontját bemutató ábráit közöljük, lombosodás előtt (2. ábra) és lombosodás után (3. ábra). A téli félévben az árnyékoltság kisebb, mert a lombtalan fák ágain keresztül besüt a Nap. A lombosodás után azonban az árnyékoltság megnövekszik. Ennek következtében a sugárzási viszonyok a nyílt területhez képest megváltoznak, ami az ott folyó kísérletek szempontjából nem közböns. Miután ez a kert egy aránylag kis területű mesterséges erdei tisztás, a közölt ábra is megerősíti azt a feltevésünket, hogy ez önálló mikroklímával bír.

Egy teljesen nyílt és ezért reprezentatív meteorológiai állomásra jellemző a martonvásári Erdőhátpusztáról készült ábra (4. ábra). Itt az árnyékoltság minimális, és így az állomást a csillagászatilag lehetséges napsütésnél alig valamivel rövidebb tartamú besugárzás éri.

A bemutatott ábrázolási módszer alkalmas arra, hogy állandó, vagy ideiglenes meteorológiai állomások árnyékoltságáról, helyileg lehetséges napfénytartamáról, tehát a közvetlen sugárzás lehetséges időtartamáról képet kapjunk, továbbá köz-

vetve a hőmérsékleti viszonyokról. Ezen keresztül a mérési hely mikroklímájáról igen értékes útbaigazítást kapunk.

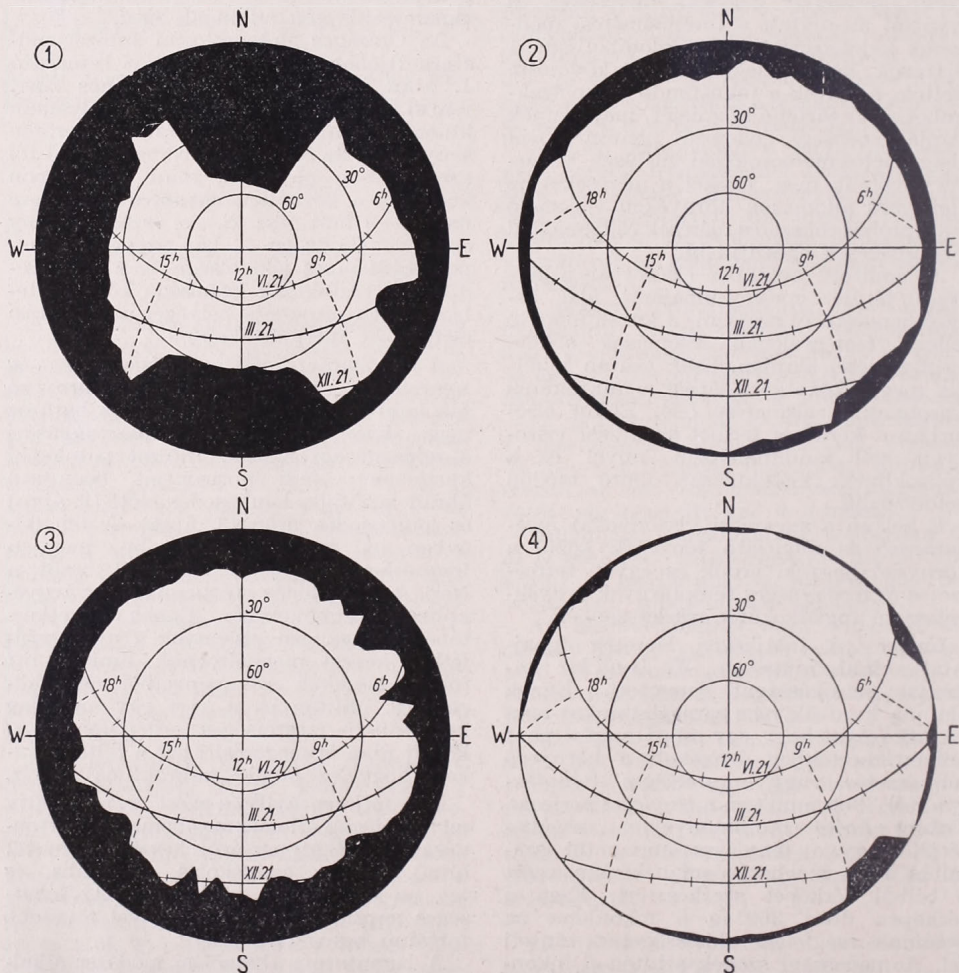
Ez a módszer nemcsak a lehetséges közvetlen napsugárzás időtartamáról, hanem a visszavert sugárzás lehetőségéről is tájékoztat. Ez különösen akkor jelentős, ha az árnyékvető tereptárgyak közel vannak a mérési helyhez.

Az alkalmazott térkép használhatóságával kapcsolatban Takács megjegyzi, hogy ez nemcsak a 47,5° földrajzi szélességen (Budapest), hanem: „a pontossági igénycink némi leszállításával (ha beérjük 2 foknál nem nagyobb hibával) — az egész

ország területén közelítő tájékoztatásra nagyon jó szolgálatot tehet”.

Az egyes mérési helyek árnyékoltságát kifejezhetjük egyetlen mértékszámmal is. Ha a négy főirány és a négy mellékirány magassági szögeit átlagoljuk, megkapjuk az árnyékoltsági mértékszámot. Pl. az előbb említett patológiai kert lombosodás előtti (2. ábra) és utáni (3. ábra) mértékszama 4,6 illetve 13,6. Különböző mérési helyek árnyékoltságának összehasonlítására az így nyert árnyékoltsági mértékszámok is alkalmasak.

Állandó jellegű napfénytartam- és sugárzásmérő állomásokról, továbbá mikro-



1—4. ábra. 1. Országos Meteorológiai Intézet műszerkertje (1957. március 1.); 2. Martonvásár, Patológiai kert (1957. március 12.); 3. Martonvásár, Patológiai kert (1957. május 15.); 4. Martonvásár, Erdőhátpuszta meteorológiai állomás (1957. május 15.).

klimatikus terepfelmérések ideiglenes mérőhelyeiről a már említett sokoldalú gyakorlati alkalmazhatósága miatt a bemutatott térképek megszerkesztése kívánatos. Ez különösen akkor fontos, ha a terepfelmérés ideiglenes állomásainak árnyékoltásgai és napsütés viszonyairól más támpontunk nincs.

IRODALOM. Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht, Braunschweig 1950. — Takács L.: A napsugár hajlásának grafikus meghatározása bármely időpontban. Beszámolókat az 1951-ben végzett tudományos kutatásokról. Budapest 1951.

Szakály József—Szilágyi Tibor

Hegyek hatásának figyelembevétele a nyomásmező előrejelzésénél

A nyomási mező előrejelzésénél lokálisan fellépő állandó hibát okoznak a földfelszín egyenetlenségei. A hegységek eltérítik a légmozgásokat eredeti irányukból, vergenciát idéznek elő, sőt önálló nagykiterjedésű örvények kialakulásához is vezethetnek. Ezek a hatások a talajfelszín közelében a legerősebbek. Ennek több oka van: 1. a talaj nyomási képeinek módosításában sok olyan orográfiai akadály is résztvesz, amely már a magasabb szintekre nem nyúlik fel; 2. a földközeli levegő viszonylag nagy sűrűsége miatt már mérsékelt szélsébség esetén is komoly tömegátrendeződés következhet be; 3. a közép-troposzférában végbemenő domborzati hatások összegeződnek az alsóbb rétegekben. Tapasztalat szerint Európában a Skandináv-hegységnek, az Alpok és Kárpátok vonulatának, valamint a Szovjetunió szempontjából még az Uralnak és a Kaukázusnak a befolyása is lényeges. Olyan hegységek ezek, amelyeket a légáramlás nem kerülhet meg, hanem a levegő kénytelen átkelni a hegyen. A felmerülő nagy nehézségek miatt sokáig nem tudtak mit kezdeni a problémával. Most azonban, amikor a nyomási mező előrejelzése, legalábbis a légkör közepes szintjén, közelítőleg megoldottnak tekinthető, lehetőség nyílt arra, hogy figyelembe vegyük az orográfia szerepét. Az ezen a téren kutatók közül elsősorban Bjelouszovot, Bükovot és Estoque-ot kell megemlítenünk.

A két szovjet kutató [1] a domborzati hatás figyelembevételével a 700 mb-os mező előrejelzésére dolgozott ki eljárást. A 700 mb-os felületet divergenciamentes szintként kezelik. Mint ismeretes, ezen a szinten a prognózis-egyenletek jelentősen leegyszerűsödnek, s megoldásuk akár gépi úton, akár grafikusan hajtjuk végre, nem ütközik különösebb nehézségbe. Az ilyen egyszerű modellnek azonban alapvető hiányossága, hogy nem veszi számításba a függélyes mozgásokat. A vertikális áramlások viszont éppen a hegyek fölött a legjelentékenyebbek, mivel ilyenkor a légkör nagyméretű függőleges irányú moz-

gásaihoz hozzáadódnak az orográfia okozta kényszermozgások is. Bár ez a jelenség a cirkuláció rendezett formái mellett még végbe és meghatározott földrajzi területre korlátozott, mégis a légköri folyamatokra nagy hatást gyakorolhat. Így az egyszerű prognózis-sémát pontosabbá tehetjük azáltal, ha ezeket a kényszerített vertikális mozgásokat valamiképpen beleolvastjuk az előrejelzési egyenletekbe.

A mozgásegyenletekben mindezekig a talajon vett függőleges irányú sebességet zérusnak vették. Mivel hegyi akadály esetén a földfelszín nem tekinthetjük síknak, ez a sebesség (w) nullától különböző lesz; mégpedig a Z magasságban a következő egyenlet írja le:

$$u(x, y, z, t) = u(x, y, z, t) \frac{\partial Z}{\partial x} + v(x, y, z, t) \frac{\partial Z}{\partial y}, \quad (1)$$

ahol u és v a vízszintes sebesség összetevők.

Ha most a kontinuitási egyenletet Z -től a légkör felső határáig integráljuk, figyelembevéve még, hogy $(\rho w)_{z=\infty} = 0$, akkor némi számolás után a közepes szinten a horizontális sebességkomponensekre az x, y, p, t rendszerben azt kapjuk, hogy

$$u_k = -\frac{g}{fn} \frac{\partial H_k}{\partial y}, \quad v_k = \frac{g}{fn} \frac{\partial H_k}{\partial x}. \quad (2)$$

Itt $n = \frac{p_z}{P}$, ahol p_z a nyomás standard értéke a Z magasságban, p pedig ugyanez a talajon. Ez a dimenzió nélküli paraméter jellemző az orográfiára (azaz n minél kisebb, annál magasabb hegyi ponttal van dolgunk). g a nehézségi gyorsulás, f a Coriolis-paraméter ($2\Omega \sin \varphi$), H_k pedig a divergenciamentes szint abszolút geopotenciáljának értéke. (2) csupán abban különbözik a szokványos geosztrófikus egyenlettől, hogy a nevezőben még n is szerepel. Az orografikus akadálytól távol $n = 1$, tehát a szél geosztrófikussá válik.

Mármost a domborzat szerepének a prognózisban való figyelembevételére az út kézenfekvő: az előrejelzési alapegyenletbe, vagyis az egyszerűsített örvényességi egyenletbe a sebességkomponensek helyére írjuk be u_K és v_K fenti értékeit. Minthogy a hegyek jelenléte miatt a szélmező már nem divergenciamentes, megmarad a divergenciát tartalmazó tag is, amely egyébként a közepes szinten zérus. Behelyettesítések után egy Poisson-típusú differenciálegyenletre jutunk. Ezt pedig a szokásos módon elektronikus számológéppel, vagy grafikus eljárással megoldhatjuk [2].

Az Egyesült Államokban folyó numerikus előrejelzéseknél azt tapasztalták, hogy a legnagyobb hibák a Sziklás-hegység környékén fordulnak elő. A prognózisokat *Estoque* korábbi kétszintű modellje [3] alapján végezték el. Ennek a modellnek a fő jellegzetessége, hogy tartalmazza a vergenciális folyamatokból eredő vertikális sebességet, amely a domborzat hiányában is fellép a légkörben és esetenként nagyon is fontos lehet a szinoptikus helyzetek alakulásában. Erre ő a következő profilt veszi föl:

(3)

$$\omega(x, y, p, t) = \sqrt{2} \omega_c(x, y, t) \sin \left[\frac{\pi}{2} \frac{p_0 - p}{p_0 - p_K} \right],$$

ahol $\omega = \frac{dp}{dt}$ az x, y, p, t rendszerben a

függőleges sebesség, a 0 és k indexek az 1000 mb-os, illetve a divergenciamentes felszínre (500 mb) vonatkoznak, a c pedig a $p_c = (p_0 + p_K)/2$ szintre.

Estoque [4] újabban megpróbálkozott azzal, hogy az előrejelzéseket a domborzati effektus tekintetbevételével javítsa meg. Ebben nagy vonásokban hasonló alapelvet követ *Bjelouszov* és *Büköv* módszerével. A hegyeknek a le- és feláramlást előidéző tulajdonságából indul ki. Ezután az orográfia által kiváltott függőleges sebességet hozzáadja (3)-hoz. Így egyenletlen földfelszín esetén adott p szinten uralkodó függőleges sebességet az

$$\omega'(x, y, p, t) = N(x, y, t) n(p) + R(x, y, t) r(p) \quad (4)$$

egyenlet írja le. A jobboldalon álló első tag azonos (3)-mal ($N \equiv \sqrt{2} \omega_c(x, y, t)$),

$$n \equiv \sin \left[\frac{\pi}{2} \frac{p_0 - p}{p_0 - p_K} \right] \text{ a második tag pedig,}$$

amely az orografikusan kényszerített vertikális sebességet reprezentálja:

$$R \equiv g_0 v_0 \nabla_2 H \text{ és } r \equiv \left(\frac{p}{p_0} \right)^b, \quad b > 0 \text{ empi-}$$

rikus konstans. Itt g_0 a levőgőrsítés az 1000 mb-os felszínen, H a tengersizintfeletti magasság, ∇_2 a horizontális nabla-operátor

$$(\nabla_2 = i \frac{\partial}{\partial x} + j \frac{\partial}{\partial y}), \text{ vagyis a } \nabla_2 H \text{ a terep-}$$

görbületet jellemzi. v_0 -ról feltételezzük, hogy az 1000 mb-on levő geosztrófikus szélesebesség. Az orografikusan keltett függélyes mozgás maximuma alul van és a lejtőn le- vagy felfelé irányuló mozgás vertikális komponensével egyenlő, majd monoton a zérusra csökken a légkör felső határán. Az 1000 mb-os szinten $r = 1$, azaz ezen felület magasságváltozásai érzéketlenek a „b” paraméterrel szemben. Másszóval a légkör alsó határán az izobárcik geopotenciáljának változásai elsősorban a lejtőn le- vagy felfelé irányuló mozgás vertikális sebességkomponensének nagyságától, nem pedig annak a magassággal való csökkenésétől függenek. Növekvő magassággal viszont egyre inkább előtérbe kerül az utóbbi hatása.

Ha ω -nak (3) helyett a (4) kifejezést visszük be a prognózis-egyenletbe, a kvázigeosztrófikus örvényességi egyenletbe és az adiabatikus mozgásra vonatkozó termodinamikusi energiaegyenletbe, akkor eleget tettünk a kitűzött feladatnak. Az előrejelzést grafikus úton hajthatjuk végre.

Az egyenletekből azt a fontos gyakorlati következtetést vonhatjuk le, hogy az orográfia hatására az 500 mb-os szint a lee-oldalon, vagyis a leáramlás területén süllyed, a luv-oldalon, a feláramlás területén pedig emelkedik.

A változt két módszerből láthatjuk, hogyan igyekeznek a kutatók a domborzat szerepét figyelembe venni a nyomásmező előrejelzésénél. A kiindulási alap mindkét esetben a hegyek által előidézett függélyes mozgásoknak a prognózis-egyenletekbe történő bevitele volt. *Estoque* módszere némi fejlődést jelent az előzőhöz képest, mivel kétszintű modellel dolgozik, s így tekintettel van az orográfától független, a légköri folyamatokban korántsem elhanyagolható vertikális áramlásokra is. Minthogy azonban modell-jellegénél fogva többé-kevésbé eltér a légkör valóságos viszonyaitól, ezt sem tekinthetjük teljesen kielégítőnek. Mindenesetre a két módszer gyakorlati kipróbálása azt mutatta, hogy már ilyen formában való alkalmazása is a geopotenciálmező prognózisának lényeges javulását vonja maga után.

A probléma hazánk medencejellegénél fogva közelebről érint bennünket. A Kárpátok hatása a szinoptikus helyzetek túlnyomó többségében nyilvánvaló. Joggal remélhetjük, hogy ennek a kérdésnek a tisztázása nagy lépést jelentene prognózisaink tökéletesebbé tételének irányában.

IRODALOM. [1] С. Л. Белоусов, В. В. Быков: Об учете влияния гор при прогнозе барического поля. Известия Академии наук СССР. Серия геофизическая. № 9. 1142. 1957. — [2] И. А. Кибель: Введение в гидродинамические методы краткосрочного прогноза погоды. Москва 1957. — [3] М. А.

Estoque: Graphical integrations of a two-level model. Journal of Meteorology, 14. No. 1. 38. 1957. — [4] М. А. *Estoque*: A graphically integrable prediction model incorporating orographic influences. Journal of Meteorology, 14. No. 4. 293. 1957.

Tánczer Tibor

A nedvességmérés aerológiai kérdései

Az időjárás előrejelzésének pontosabbá tételéhez mind több és több magaslévköri adat szükséges. Ezek az adatok pontosság tekintetében még sok kívánnivalót hagynak maguk után. A Meteorológiai Világszervezet elhatározta, hogy a sokféle magaslévkörkutató műszerrel vizsgálatot folytat azok megbízhatóságának és homogenitásának kérdéseiről.

Már 1953-ban, a WMO Torontóban tartott aerológiai kongresszusán szóba került ez a kérdés, de a megvalósításra csak 1956 május—júniusban került sor. Ezt a mérésorozatot Payerne-ben végezték el. A vizsgálatok alatt összesen 370 db 14 féle típusú rádiószondát bocsátottak fel, zömében párosával, de néhány esetben egyszerre nyolcat, sőt egy ízben 14 darabot [2].

A kísérletek során nyert eredmények, illetve az egyes szondatípusok közti eltérések mind a hőmérsékletben, mind pedig a nyomásból számított magasságban igen nagyok. Ezek az eltérések a nyomás csökkenésével növekszenek. A relatív nedvességre vonatkozóan még kiábrándítóbb eredményeket kaptak [1]. A különböző típusú rádiószondák nedvességadatai közötti különbségek igen nagyok és nehéz meghatározni a rendszeres eltérések megközelítő értékét.

A pontos nedvességmérés régi problémája a meteorológiának, amit a mai napig sem sikerült megnyugtatóan megoldani. A rádiószondákkal mért adatokat elsősorban a szinoptikus szolgálat használja fel. A Payerne-i vizsgálatok eredményei szerint [1], a különböző rádiószonda típusok méréseredményei közötti eltérés az 500 mb-os szinten elérheti a 2,5 °C és az 55 gpm értéket. A relatív topográfiaéknál és a főnyomás felületéknél tapasztalt tetemes magasság-eltérésekben a hőmérséklet- és nyomásmérés pontatlanságán kívül szerepet játszik a nedvességmérés hibája is. Meg kell jegyeznünk, hogy a hőmérséklet- és nyomásmérés pontatlansága által okozott hibához viszonyítva a nedvességmérés pontatlanságából fakadó magasságszámí-

tási hiba igen kicsi. 20 °C-os talajhőmérsékletnél, az 500 mb-os magasságának kiszámításában 10%-os nedvességmérési hiba nem okoz 10 gpm-nél nagyobb eltérést. Ezért a nyomásszintek magasságszámításánál a nedvességmérés pontatlansága csak hibanövelő tényezőként szerepel.

Az irányított rádióadásban, az 1 méter körüli hullámhosszúságoknál igen lényeges a „refrakciós index” meghatározása. A legújabb kutatások bizonyítják, hogy ez az index nem csak a hőmérsékleti inverziókra, de a hirtelen nedvességváltozásokra is igen érzékeny. Vétel-technikai okokból fontos ezen nagy nedvességgradienssel rendelkező rétegek magasságának pontos meghatározása.

A magaslévkör nedvesség-vizsgálataihoz először hajszálas higrométereket építettek a rádiószondákba. A gyakorlat azonban azt mutatta, hogy a hajszálas higrométerek a felsőbb légrétegekben igen sok kívánnivalót hagynak maguk után. Ezt látva megpróbálták másfajta nedvszívó anyagokat alkalmazni. Ezek közül ma is használják az ún. *Frankenberger*-hajszálat, az aranyütő hártját, valamint különféle vegyi anyagokat (pl. lithium chlorid).

A jelenleg használt higroszkópos anyagok közül legmegbízhatóbb a *rankenberger*-hajszál. Ez zsírtalanított, vegyileg kezelt és nagy nyomáson hengerelt hajszál. Előnye, hogy tehetetlensége lényegesen kisebb a használatos nedvességmérő anyagok tehetetlenségénél. Hátránya, hogy nagyon könnyen szakad, ezért mechanizmus mozgatására nem nagyon alkalmas; az induláskor bekövetkező megrándulás gyakran elszakítja a hajszálat. A legújabb finn típusú rádiószondáknál [3] az eddigi függőleges hajszálelhelyezés helyett a sugárzásvédőben, a bimetall alatti vízszintes elhelyezést alkalmazták. Így akarják övni a hajszálat mind a sugárzástól, mind pedig a szakadástól.

Az aranyütő-hártja az állati gyomorrendszernek megfelelően szárított, zsírtalanított és vegyileg kezelt darabja. Előnye, hogy tehetetlensége nem túl nagy, ezen kívül nehezen szakad.

A vegyszercs — lithium chloridos — mérés előnye, hogy 20% alatti nedvességeket is pontosan méri, azonkívül nem mechanikus, hanem elektrónikus megoldással működik. Nagy hátránya, hogy a vékony só-réteg ohmikus ellenállása a hőmérséklet és a nedvesség egyidejű függvénye és tehetetlensége is igen nagy.

A magyar aerológiai szolgálatban használt rádiószondák higrométereit zsirtalanított, de nem hengerelt (közönséges) hajszálakkal felszerelve működtetjük. A mérések közben felmerült nehézségek felsorolását kezdjük talán a legáltalánosabbal, amelynek fellépésével minden esetben számolnunk kell. Ez a hiba a tehetetlenség. A hajszál — éppen e tehetlensége miatt — nem regisztrálja azoknak a vékony rétegeknek a nedvességviszonyát, amelyekben nagy a nedvességváltozás. Mire a hajszál érzékelné a nedvességváltozást, addigra már túlhaladt a vékony rétegen és ismét az előző réteghez hasonló nedvességű légtérbe került. Így, mire a hajszál hosszváltozása elkezdődne, az ezt előidéző tényező — a nedvesség menetében levő változás — már megszűnt, ezért a hajszál a nagy nedvesség-gradiensű, de vékony rétegeket nem jelzi. A mérések pontatlanságának zömét a hajszál nagy tehetlensége okozza.

A táblázatból megkaphatjuk a közönséges hajszál (α), a Frankenberg-hajszál (β) és az aranyütő-hártya (γ) különböző hőmérsékletekhez tartozó tehetetlenségi idejét. A hőmérsékleti adatokat C°-ban,

hajszál tehetetlensége széles hőmérsékleti intervallumban azonos. Csak -30 C°-nál kezd emelkedni és -60 C°-nál haladja meg az 1 perces értéket. Ezért a Frankenberg-hajszál tehetetlenségi szempontból különösen alkalmas aerológiai mérésekre. A pozitív hőmérsékleti tartományban az aranyütő-hártya tehetlensége a legkisebb. A negatív hőmérsékleteknél az aranyütő-hártya közbülső helyet foglal el, és pedig tehetlensége jóval kisebb a közönséges hajszálénál, de nagyobb a hengerelt hajszál tehetlenségénél. A különböző szerzők által megadott értékek számszerű eltéréseit feltehetőleg a vizsgálati körülmények és a hajszálak egvedi tulajdonságainak különbözősége okozhatta.

Az aerológiai méréseknél gyakran előfordul a nedvesség regisztrálásában az indokolatlan ugrás. Ez főleg akkor észlelhető, ha egy nedves réteget egy szárazabb réteg vált fel, pl. felhő felett. A hajszál a környezetével együtt szárad, elveszti nedvességtartalmát. Azonban a hajszál sejtjeinek rugalmassági tehetetlensége miatt a hajszál megrövidülése csak később következik be. De amikor ez megtörténik, akkor a hajszál a levegő nedvességének megfelelő alakváltozást hirtelen vesz fel. Így a nedvesség regisztrálásában átmenet helyett ugrást észlelhetünk.

A közönséges hajszál nagy tehetlensége és a fenti tulajdonsága miatt nem alkalmas felhő-magasság és vastagság mérésére.

A hajszálak tehetlensége nagyon pon-

TÁBLÁZAT

A nedvességmérés tehetlenségének értékei

t C°	20°	15°	10°	5°	0°	-5°	-10°	-15°	-20°	-25°	-30°	-40°	-50°	-60°
α sec														
(Nyberg)	32	37	45	55	75	115	171	275	440	710	1050			
α^x sec	30		40		55		175		400		800			
β sec														
(Schulze)	10	10	10	10	10	10	10	10	11	12	15	21	46	102
β^x sec	10		10		12		15		20		30		60	
γ sec	6		10		20		50		100		200			

a tehetlenség idejét pedig másodpercekben mutatja. A *-gal jelzett adatokat a *Handbook of Meteorological Instruments* nyomán közöljük.

A táblázatból kitűnik, hogy a közönséges hajszál tehetlensége a hőmérséklet csökkenésével rohamosan növekszik. -20 C° alatt a tehetlenség már olyan nagy, hogy gyakorlatilag a mérések eredményei -20° alatt használhatatlanok. A hengerelt

tatlanná teszi a nedvességmérést. Hogy ennek a problémának a mélyére hatoljunk, ahhoz már kevés a pusztán fizikai vizsgálat. A megfelelő magyarázatokhoz feltétlenül szükséges a hajszál biológiai tulajdonságainak alapos tanulmányozása. Az erre vonatkozó vizsgálatokról későbbi alkalommal számolok be.

Említsük meg a hajszálás higrométerek más gyakori hibáit is.

1. Sokszor előfordul, hogy a rádiószonda indítása után rövid ideig (max. 2 perc) ellenkezően mutat. Például 1958. április 24-én 00 GMT-kor erősen pársz idő volt, sok Fs. felhővel. A műszert kivittük a szabadba, ahol a levegő tényleges relatív nedvességénél nedvesebb értéket mutatott. Azonban a rádiószonda felbocsátásának pillanatától kezdve rövid ideig száradást jelzett a higrométer, majd ezután kezdett nedvesedni. Ennek a jelenségnek feltehető oka, hogy amikor a műszert kivisszük az esőre, akkor hajszál körüli tér telítődik le. Magán a hajszálon is sok vízmolekula rakódik le, ezért a hajszál ennek megfelelő nedves értéket mutat. A műszerindítás pillanatában fellépő ventiláció lesodorja a hajszálon levő vízmolekulákat és megkavarja a hajszál közvetlen közelében kialakult nedvesebb teret. Így rövid időre a tehetetlenség miatt száradást mutat a hajszál. Elsőben is tapasztaltuk ezt a jelenséget. A szabadba vitt műszer hajszálára esőcsepp eshet, ami a hajszál telítését eredményezi. Az induláskor fellépő ventiláció megtisztítja a hajszálát az esőcseppektől és ezután a hajszál a levegő valódi nedvességét veszi fel, ami szárazabb az indulás előtt mutatott értéknél. A hajszál — tehetetlensége következtében — a ténylegesnél nagyobb relatív száradást mutat.

2. A finn típusú szondáknál a higrométer a rádiószonda tetején van, tehát szabadon éri a sugárzás. Több szondánál sugárvédővel védik a higrométert. Eddig az volt a vélemény, hogy a hajszál hőhatásra abszolút hosszváltozásának alig 1%-ával változik és ez elhanyagolható. Ez igaz, a hajszál — mint anyag — hőmérsékleti hatásra alig mutat változást. A sugárzás következtében azonban a hajszál más hőmérsékletű lesz, mint a környezete, ezáltal a sugárzás módosítja a nedvességfelvételt. Tudvalevő ugyanis, hogy a hajszál nedvszívó képessége függvénye a — hajszál és a környezete között levő — hőnyomáskülönbségnek és így a hőmérsékletkülönbségnek is. Nagyon hasznos lenne sugárvédő alkalmazása a hajszálas rádiószonda-higrométereknél.

3. Ismeretes, hogy a relatív nedvesség általában felhők felett csökken a magassággal. A nedvességregisztrálások mégis igen sok esetben, kb. 5 km felett, már semmiféle változást nem mutatnak. Ennek a hibának valószínű oka, hogy a velőállományba és a sejtközötti járatokba került víz megfagy és megbénítja a hajszál mozgóképességét.

4. A finn típusú rádiószondák higrométereinél egy speciális hibát tapasztaltunk. Ha a nedvesség változik, változik a kondenzátor lapok távolsága is, amit a

földi regisztrálásnál hullámhosszváltozás-ként észlelünk. A kondenzátor egyik lapja rögzített míg a másik lap közepénél fogva a hajszálla van akasztva. Az egy ponton való rögzítés sohasem stabil, ezért felszállás közben a lökések, rángatózások és forgások miatt a hajszálon függő kondenzátor lap úgy fogható fel, mint egy kis inga. A lap mozgása következtében rövid időre a két lap nem párhuzamos egymással. Ez is kapacitásváltozást eredményez, ami a nedvességregisztrálásnál a hang elmosódásában jelentkezik. Az új típusú finn rádiószondáknál ezt a hibát úgy küszöbölték ki, hogy sík kondenzátorok helyett henger alakú, teleszkóp-elven működő kondenzátorokat alkalmaznak. Meg kell mondanunk, hogy a finn típusú rádiószondák nedvességmérési pontatlanságát nagyban növeli maga a konstrukció is. Túl sokat kívánunk a finn szonda higrométerétől akkor, amikor a rövid (15 mm) hajszáltól 0,3—0,4 mm-es maximális hosszváltozás mellett pontos nedvességmérést követelünk.

D. Sonntag [5] kimutatta, hogy 100 mm hosszú közönséges hajszál teljes hosszváltozása 2,45 mm (50 db hajszál átlageredményéből számítva, 20—100%-ig terjedő nedvesedés esetén). Igen sok rádiószonda típusnál 20, sőt 30 cm hosszúságot is meghaladó hajszálakat alkalmaznak, hogy jobban érzékelhető legyen a hosszváltozás. A pontosabb nedvességmérés érdekében nagyon hasznos lenne, ha a finn típusú rádiószondákban is hosszabb hajszálakat alkalmaznának.

5. A rádiószonda által mért valamennyi elem meghatározásánál korrekciókat alkalmazunk, hogy pontosabbá tegyék a méréseket. A korrekciók számértékét kalibrálással határozzuk meg. Hőmérséklet és nyomás korrekcióhoz képest a nedvesség korrekcióértéke igen nagy. A nagy korrekció létrejöttében szerepet játszik az 1.-ban ismertetett hiba, azaz hogy a hajszál néha nedvesebb értéket mutat a valóságosnál. Ha ezt a már talajon hibás korrekciókat alkalmazzuk az egész mérés folyamán, akkor a hibák számát szaporítottuk. A hajszálas nedvességmérés gyakorlatában a jól ismert Gay-Lussac skálát használjuk. Újabb vizsgálatok kimutatták, hogy a hajszál hosszváltozása nem a Gay-Lussac skálában két hitelesítőponton át megrajzolt egyenes mentén történik, hanem ugyanazon skálában fekvő görbe mentén [4].

A finn típusú rádiószondákhoz nemrég egy kalibrálógigrosztátot szerkesztettek, amellyel aránylag rövid idő alatt négy nedvesség fokozat állítható elő. A kapott négy ponton keresztül megrajzolt görbével történő kiértékelés már pontosabb eredményt ad. (D. Sonntag szerint minden egyes hajszálnak önálló hosszváltozási

görbéje van, tehát minden hajszál görbéjének más a görbülete.)

A közönséges hajszál hibái nagyon sokrétűek, több tényező okozhat azonos irányú hibát. Több tényező egyidejűleg is jelentkezhet. Így a mérés közben fellépő hibák okát pontosan megállapítani és arra megfelelő orvoslást alkalmazni nagyon nehéz.

Régóta próbálkoznak a hajszálak jobbátételével, vagy más nedvességmérő anyagok alkalmazásával. A közönséges hajszál méréseredményeinek megjavítására nem sok remény van. A legtöbb aerológiai szolgálat felhagyott a közönséges hajszál alkalmazásával és valamilyen más higroszkópos mérőelem használatára tértek át. Sok országban ma már a Frankenberger-féle hajszálat használják, ugyanis a hengerelt hajszálnak még -50°C -nál is kicsi

a tehetetlensége és a jelenleg ismert nedvességmérő anyagokhoz viszonyítva aránylag kevés hibával rendelkezik.

IRODALOM. [1] *Ackermann P.* and *Lugeon I.*: Performance Requirements of Radiosondes and Radiowind Instruments, especially in High Altitudes. WMO. CAe-II./Doc. 19. 1957. — [2] *Hooper A. H.*: Radio-sonde Trials at Payerne 1956. M. Mag. 86. 33. o. 1957. — [3] *Rossi V.*: A New Finnish Radiosondea Mitteil. d. Met. Zentr. No. 43. Helsinki. — [4] *Sonntag D.*: Skalenbestimmungen an Haarhygrometern mit normalen Beziehungsweise mit gewalzten Haaren. Z. f. Met. 11. 241. o. 1957. — [5] *Sonntag D.*: Längen- und Gewichtsänderung des normalen und gewalzten Haares bei Feuchteänderungen. Z. f. Met. 11. 260. o. 1957.

Pápai László

Két különböző térképvetület mechanikus átrajzolhatóságának elvi alapjai

A gyakorlati kutatómunka során sokszor merülnek fel technikai jellegű akadályok, amelyek nehézkessé vagy egyáltalán lehetetlenné teszik egy probléma megoldását. Emiatt azt tapasztaljuk, hogy azok a kutatási területek, ahol az említett nehézség fennáll elhanyagoltak. Ez érthető is, hiszen pl. egy topográfia térkép átrajzolása és a velejáró további munkafolyamatok szinte tízszer akkora munkát igényelnek, mint maga a tényleges kutatás. Ez a nagy munka lényegében improduktív. Szükségszerű tehát az a törekvés, hogy olyan segédeszközöket alkalmazzunk, amelyek — ha nem is szüntetik meg ezt az aszimmetriát —, mégis javítják a két munka arányát.

Hangsúlyoznunk kell, hogy nem is annyira a szolgálati munka, mint inkább a kutatási munka tudná az ilyenfajta segédeszközöket gyümölcsözően hasznosítani. Végül pedig hivatkoznunk kell a Meteorológiai Intézet programjára, amely többek között ehhez hasonló segédeszköz megvalósítását javasolja: „Mechanikus berendezések térképekkel kapcsolatos tömeges számolások kiküszöbölésére.”

Az alábbiakban áttekintjük a másolás nehány, gyakorlatunkban előforduló esetét.

Ha azonos méretarányú és vetületű térképen dolgozunk, akkor egyszerű átvilágítással készítjük el a másolatot. Ez a munka eléggé gyors és pontos. Előfordulhat azonban, hogy azonos vetületű, de

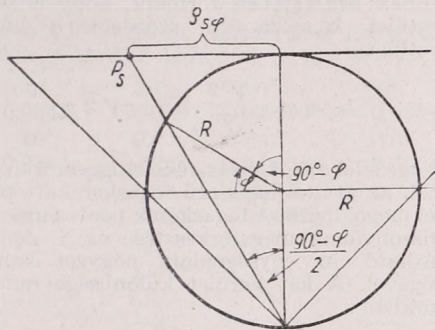
más méretarányú térképlapról kell másolnunk. Ekkor nem lehet az átvilágítás módszerét alkalmaznunk, hanem vagy pontok alapján visszük át a vonalakat, vagy az ennél sokkal gyorsabb ún. pantográf rajzoló mechanizmus segítségével rajzolunk. Még egy fokkal nehezebb feladat előtt állunk akkor, amikor a vetületek típusa és esetleg méretaránya is különböző.

A következőkben megkeressük az ilyenfajta átvitel elvi lehetőségét és feltételeit, továbbá a nyert transzformációs egyenletek felhasználásával a mechanizmus elvi vázlatát is bemutatjuk.

Kiindulásunk alapelve az, hogy ha a gömbi koordinátákat valamely előre megállapított geometriai elv szerint visszük át a segédfelületre, akkor a gömbkoordináták és a segédfelület megfelelő pontjainak koordinátái között kölcsönösen egyértelmű kapcsolat áll fenn. Ha a segédfelület nem sík, hanem kúp vagy henger, amelyet a síkban kiterítettünk, szintén egyértelmű lesz a kapcsolat.

Válasszunk ki a nálunk is alkalmazott vetületek közül kettőt. Az egyik síkvetület legyen, a másik kúpvetület. Nevezetesen, legyen a másolandó térkép ún. sztereografikus poláris érintő síkvetület. Ennek összes pontjait úgy transzformáljuk át, hogy az új rendszer feleljen meg a Lambert-Gauss kúpvetületnek, amely a $\varphi = 30^{\circ}$ és $\varphi = 60^{\circ}$ szélességeken metszi a gömbkoordináta-rendszert.

Az 1. ábrán a síkvetület, a 2. ábrán a kúpvetület előállításának geometriai vázát mutatjuk be. Az ábrákon R jelenti a Föld sugarát, φ a földrajzi szélesség szögértékét, a $\varrho_{S\varphi}$ ill. $\varrho_{K\varphi}$ jelenti a segédfelület φ szélességének a pólustól mért távolságát az R mértékegységében. Ha a síkvetületet lefejtjük, akkor olyan vetületet kapunk, amelyen a szélességi köröknek koncentrikus körök, a hosszúsági köröknek pedig egyenesek felelnek meg és az északi félgömböt teljességében leképeztük. A φ 0° -tól 90° -ig,

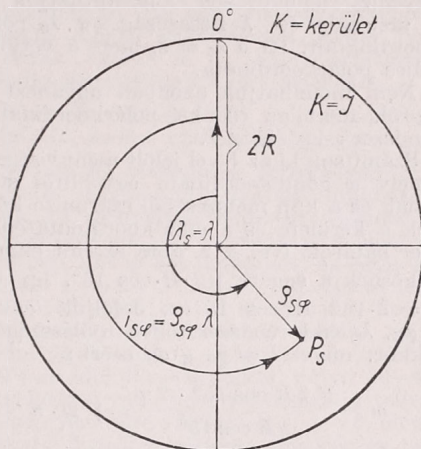


1. ábra.

Az 1. és 2. ábra alapján a $\varrho_{S\varphi}$ és a $\varrho_{K\varphi}$ értékei kiszámíthatók:

$$\varrho_{S\varphi} = 2R \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

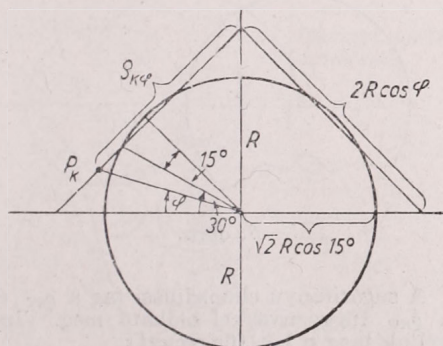
és



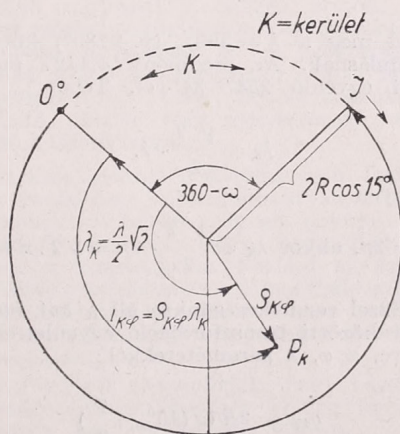
3. ábra.

a λ 0° -tól $\pm 180^\circ$ -ig, vagy 0° -tól 360° -ig változik.

A kúpvetület síkbefejtésekor viszont nem nyerünk teljes polárkoordináta-rend-



2. ábra.



4. ábra.

szert, hanem csak körcikket, amelynek nyílásszöge 180° és 270° között van, de ebben a tartományban a gömbkoordináták összes λ pontjai értelmezve vannak. A szélességi körök koncentrikusak, de hiányosak, a hosszúságok egyenes vonalak (3. és 4. ábra).

Az eredeti (φ, λ) rendszer, mint gömbkoordináta-rendszer féltékéjének összes pontjai egyértelműen megtalálhatók a (φ_K, λ_K) és a (φ_S, λ_S) rendszerekben is.

$$\varrho_{K\varphi} = 2R \cos 15^\circ \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \varphi}$$

A földrajzi szélesség helye adott a ϱ_φ értékével. Ezekután szükségszerűen következik, hogy a P_S ill. P_K pontok második koordinátáját az i_φ -vel adjuk meg. Az i_φ jelenti a ϱ_φ -hez tartozó ívdarabok hosszát az R mértékegységében. Tehát a φ_S , λ_S ill. a φ_K , λ_K ekvivalens rendszerbe vittük át, ahol távolságmértékkel dolgozhatunk (3. és 4. ábra).

Az ívhossz kiszámítása a középponti szög és a sugár ismeretében történhet. Ezért az

$$i_s = \varrho_s \cdot \lambda_s = 2R \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \lambda$$

egyenlet ismeretében kiszámíthatjuk a φ szélesség és λ hosszúság φ_s, λ_s pont koordinátáit. Itt a $\lambda_s = \lambda$, mert a vetület teljes polárkoordináta.

Nem mondhatjuk azonban ugyanezt a λ_K -ról, mert az a csonka polárkoordináta-rendszer; így $\lambda_K \neq \lambda$.

Számítsuk ki az I -vel jelölt mennyiséget, amely a gömbkoordináta egyenlítői síkjának és a kúp metszéséből származó körnek a kerülete és a cikk-koordináta-rendszer határoló íve. A 2. ábra szerint ennek a körnek a sugara $\sqrt{2} \cdot R \cdot \cos 15^\circ$, így az $I = 2 \cdot \sqrt{2} R \cos 15^\circ \cdot \pi$. Jelöljük ω -val a φ_K, λ_K cikk-rendszer teljes nyílásszögét. Ekkor, mivel $I = \varrho_{0^\circ K} \cdot \omega$, ezért:

$$\omega = \frac{\sqrt{2} R \cos 15^\circ \cdot 2\pi}{2R \cos 15^\circ} = \sqrt{2} \cdot \pi$$

(4. ábra). Ez azt jelenti, hogy a 2π radián

helyett csak $\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2\pi = 0,7071 \cdot 2\pi$ rad.

felel meg a $\lambda = 360^\circ$, (v. $\pm 180^\circ$) körülfordulásnak. Az eredmény 4,4427 rad., ami egyenlő $254^\circ 34'$ -cel. Tehát

$$\lambda_K = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \lambda.$$

Legyen

$$\lambda = 2\pi, \text{ akkor } \lambda_K = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2\pi = \sqrt{2} \cdot \pi = \omega$$

Ezzel rendelkezésünkre áll a két rendszer közötti transzformáció egyenletrendszere, a φ, λ paraméterekkel:

$$\varrho_{s\varphi} = 2R \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

és

$$\varrho_{K\varphi} = 2R \cos 15^\circ \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \varphi}$$

$$i_{s\varphi} = 2R \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \lambda$$

és

$$i_{K\varphi} = 2R \cos 15^\circ \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \varphi} \cdot \frac{\lambda}{2} \sqrt{2}$$

Most a mechanizmus szerkesztésének vázlatát kell még leírunk. A mozgás

sugár- és ívirányú összetevők eredőjeként bármikor előállítható. Ha a letapogató tüt elmozgatjuk, akkor a rajzoló tűnek a fenti egyenletrendszer előírásai szerint kell elmozdulnia. Ezért speciális esetben a szélességi körön elmozdulva, a rajzoló tű is a szélességi körön mozog, a hosszúsági kör esetében hasonlóan.

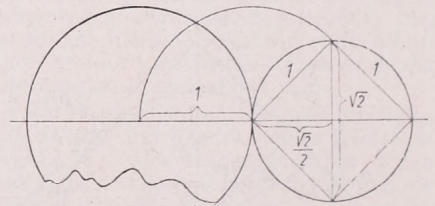
Ezek szerint nyilvánvaló, hogy a mechanizmus két tagból épülhet fel: az egyik tag forgási, a másik sugárirányú elmozdulási tag. A forgási tag megszerkesztése annak ismeretében történik, hogy a síkvetület $\lambda_s = 2\pi = \lambda$ szögének a kúpvetület

$$\lambda_K = \omega = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2\pi = \sqrt{2} \pi$$

szöge felel meg. Lineáris összefüggésrölléven szó, az átvitel egyszerű fogaskerékáttétellel megoldható. A fogaskerék pontos méretviszonyának megszerkesztése az 5. ábrán látható, az egységoldalú négyzet segítségével. A két kerület különbsége radiálokban:

$$2 \cdot 1 \cdot \pi - 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \pi = (2 - \sqrt{2}) \cdot \pi =$$

$= 0,5858 \cdot \pi$, ami megfelel $105^\circ 25'$ -nek. Tehát $105^\circ 25' + \omega = 360^\circ$.



5. ábra.

A sugárirányú elmozdulási tag a $\varrho_{s\varphi}$ és a $\varrho_{K\varphi}$ függvényekkel oldható meg. Vizsgáljuk meg e két függvényt:

$$\varrho_{s\varphi} = 2R \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\varrho_{K\varphi} = 2R \cdot \cos 15^\circ \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \varphi}$$

A φ közös paraméter e függvényeket a 0° és 90° között értelmezi. Ha $\varphi = 0^\circ$, akkor $\varrho_{s\varphi} = 2R \cdot 1$ és $\varrho_{K\varphi} = 2R \cos 15^\circ \cdot 1$. Mivel $\cos 15^\circ = 0,9659$ és ez kisebb, mint 1, ezért $\varrho_{s\varphi} > \varrho_{K\varphi}$. Ha $\varphi = 90^\circ$, akkor $\varrho_{s\varphi} = \varrho_{K\varphi} = 0$. A $\varrho_{s\varphi}$ függvény a φ, ϱ rendszerben $2R$ -től 0-ig monoton csökkenő

konvex. A $q_{K\varphi}$ a $2R \cdot \cos 15^\circ$ -ról szintén monoton csökkenő 0-ig, de van egy konvex és egy konkáv szakasza. Mégpedig a $\frac{d^2 q_{K\varphi}}{d^2 \varphi} = 0$ feltételből a $\varphi = 45^\circ$ -nál inflexiós pont mutatkozik.

Állítsuk elő a $D(\varphi) = q_{S\varphi} - q_{K\varphi}$ függvényt:

$$D(\varphi) = 2R \cdot \left[\operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - \frac{1}{\cos 15^\circ (1 + \operatorname{tg} \varphi)} \right]$$

Ha a $2R$ tényezőt egyszerűség kedvéért 1-nek vesszük, akkor a $D(\varphi)$ értékei:

0°	10°	20°	30°
0,0341	0,0181	-0,0079	-0,0351
40°	50°	60°	70°
-0,0584	-0,0768	-0,0855	-0,0824
	80°	90°	
	-0,0573	-0,0000	

Ha a mechanizmust φ -tól függetlenül akarjuk tenni, akkor a $q_{S\varphi}$ -nek értékeket adunk 0 és 1 között, és a nyert φ értékekkel a $q_{K\varphi}$ idetartozó értékeit kapjuk. Ha ezekből a számokból képezzük a $q_{S\varphi} - q_{K\varphi}$ értékeket, akkor máris megszerkeszthető a sugárirányú kompenzációs mechanizmus. Ha egy kör kerületére felvisszük ezeket az értékeket, olyan ívet nyerünk, amely a q_s adott értékeihez mindig hozzárendeli a q_K értékeket.

A szerkezeti felépítést a következő elgondolás szerint oldhatnánk meg:

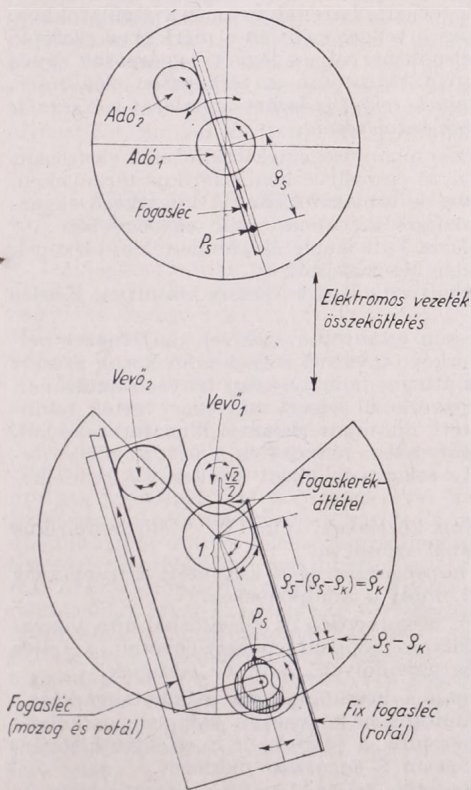
A rajzoló berendezés főtengelyén terhelhető szöghelyzetindikátort működtetnénk. (A szöghelyzetindikátor — *szelszín, selfsynchronous* — forgórendszerű elektromos gép, amely két tagból áll: az egyik az „adó”, a másik a „vevő” tag. Ha az adó tengelyét külső erővel elforgatjuk, akkor a tengely a vevő oldalán is elfordul, mégpedig igen kicsiny szöghibával ($0,25^\circ - 1,0^\circ$) és időkülönség nélkül. Súlya 30–40 dkg között van. Igen szélesskálájú teljesítményátvitelre alkalmazható.) A 6. ábrán látható fogaskerékáttétel, fogasléc és rajzolófej kompenzációs $q_s - q_K$ íve a q menti változást a transzformációs függvények kapcsolatának megfelelően viszi át. A szögelfordulás áttételezése lehet tisztán mechanikus csuklós átvitel, de lehet szöghelyzetindikátoros és fogaskerékáttételes megoldás is. A szöghelyzetindikátoros vezérlésnek az az előnye, hogy egyszerre több „vevő” rajzoló is működtethető, esetleg más méretarányú vagy más vetületű lapon.

E cikk további részleteket nem foglalhat magában. Természetesen az ötletes technikai kivitelezés még sok ponton egyszerűbbé és több célra használhatóvá tenné a konstrukciót. Például az egyik vetületen szerkesztett rácsponthálózathoz tartozó értéket a másik vetületen leolvashatjuk anélkül, hogy átrajzolnánk a térkép izovonalait.

Befejezésül megemlítjük, hogy hasonló transzformációs lehetőség elvileg fennáll bármely két vetületfajta között, de az egyes esetekben lényeges konstrukcióbeli eltérések várhatók.

IRODALOM. Láng Sándor: Matematikai-csillagászati földrajz és térképészet. (Bp., 1953.) — Bajza Lajos: Villamos gépek II. (Kézirat, Bp., 1957.)

Tóth Pál



6. ábra.

F. BERNHARDT—H. PHILIPPS: *Die räumliche und zeitliche Verteilung der Einstrahlung, der Ausstrahlung und der Strahlungsbilanz im Meeresniveau. Teil I. die Einstrahlung.* (A besugárzás, a kisugárzás és a sugárzásmérleg térbeli és időbeli eloszlása a tengerszinten. I. rész. A besugárzás.) 228 oldal. Akadémiai Kiadó. Berlin, 1958. Az I. rész ára 50 DM.

Amint a rövid 24 oldalnyi bevezető szövegben a Szerzők hangsúlyozzák, kétségtelen, hogy a légköri dinamikus folyamatok jobb megértéséhez előfeltétel a légköri cirkuláció pontosabb megismerése. A meteorológiai elemeknek, különösen pedig az energia-mennyiségeknek a nagytérű ábrázolása az, amely elvezethet bennünket a cirkuláció mechanizmusának új és elmélyült megismeréséhez. Az egész földfelszínre kiterjedő szemléletek teljességéhez szükséges energia-mennyiségek között legjelentősebb szerepet játszanak a légköri sugárzások, minthogy ezek az elsődleges forrásai minden légköri eseménynek. Kiváltképpen a sugárzási mérleg, az energia-bevétel és -hiány részletesebb ismerete volna kívánatos a mindkét féltekére kiterjedő, háromdimenziós vizsgálatokhoz. Ehhez az első lépés a sugárzási mérleg felállítását a tenger szintjén a mérlegben szereplő mennyiségekből való kiszámítás útján. A mű elsődleges célja a légköri sugárzások egyes mennyiségeinek eloszlását az egész földfelszínre táblázatosan és térképesen előállítani. A fő célt, a monumentális vizsgálat eredményeinek teljes és lezárt taglalását a Szerzők elhalasztják a már munkába vett második rész befejezéséig.

A mű most megjelent első része a besugárzás mennyiségeinek földfelszíni eloszlását adja meg, külön minden hónapra és az egész évre összesítve hemiszférikus térképeken, izopletás ábrázolásokban, meridiánmetszetekben és táblázatokban. A következő sugárzásmennyiségek kerültek a fentiek szerinti közlésre $m \text{ cal/cm}^2 \text{ min}^{-1}$ egységekben:

1. W_0 az extraterresztrikus sugárzás. 1 táblázat és 1 izopletás szemléltetés, térképek nélkül, mert az értékek függetlenek a földrajzi hosszúságtól.

2. W a Rayleigh-féle sugárzás értékei ideális tiszta légkör esetére számítva. Közlés ugyanúgy, mint a W_0 értékek.

3. W' a közvetlen napsugárzás a homályosság tekintetbevételével, de felhőzet nélkül. Kétszer 13 táblázat, ugyanannyi félteketerkép, továbbá a szélességi körök szerint összegezett értékek táblázata és izopletája. Az átlagos homályossági tényező hatásának számításakor részben a sugárzásmérésekből közvetlenül ismert adatokat vettek tekintetbe, részben a párányomás alapján levezetett adatokat, félempirikus formulákkal.

4. W'' a közvetlen sugárzás a légköri homályossági tényező és a felhőzet tekintetbevételével. Közlés ugyanúgy, mint W' esetén. Az átlagos felhőzeti értékeket a rendelkezésre álló klimatológiai adatokból vették át.

5. W_1 az égboltsugárzás értékei, ugyanolyan közlésben, mint W'' , félig empirikus formulákkal a felhőzet ismertnek vett értékeiből számítva.

6. G a globálsugárzás mint a közvetlen napsugárzás és a közvetett napsugárzás összege $G = W'' + W_1$, ugyanolyan közlésben, mint a komponensek.

7. G^* a teljes globálsugárzás a földfelszínről visszaverődő és a légkörből újra visszasugárzó energia tekintetbevételével adja a tulajdonképpeni energia-bevételt a teljes besugárzást. A számításokkal nyert adatközlés ugyanolyan, mint az eddigiek.

A Szerzők a második részben szándékoznak a hosszúhullámú légköri sugárzások mennyiségeit hasonló tér-idő-eloszlásban kiszámítani és közreadni, mégpedig a következőket: a légkör R visszasugárzását a földfelszínre, a földfelszín E effektív kisugárzását (az energiavesztését), továbbá a földfelszín S sugárzási mérlegét.

Az elmélyült elméleti megfontolásokat és több tízezernyi volumenű számítások gondos végrehajtását igénylő monumentális mű első kötete önmagában is igen értékes, mint adatközlés a sugárzási komponensek egész földfelületre kiterjedő, havonként részletezett, együttesében és bőségében a szakirodalomban eddig nélkülözött értékeiről, — de a vizsgálatok igazi értékességét a folytatásban várható részletes diszkusszió fogja megadni.

Takács Lajos

REITER, R. E.: *Klima von Innsbruck (Innsbruck éghajlata)*. 1931—1955. (Anhang 1956—57.) Stadtmagistrat Innsbruck, Statistisches Amt, kiadása. Innsbruck 1958. 68 (A/4) oldal, 64 szövegekőzi táblázat, függelékben 66 táblázat és 55 diagramm.

A kiadvány szerves folytatása *Ekhart* Innsbruck éghajlatára vonatkozó munkájának, amely az 1906—1930 időszak megfigyeléseit öleli fel. (*Ekhart, E.*: „Klima von Innsbruck”, *Berichte d. Naturw. Medizin. Verein Innsbruck*, XLIII/XLIV évf.) Az új munka közli az egyes éghajlati elemek homogenizált 50 évi (1906—1955) sorozatát is. A kőtőnbőző klimatológiai jellemzők részletes táblázatos közlésével, valamint grafikus ábrázolásukkal igyekeznek azokat a gyakorlati követelményeket kielégíteni, melyek a város vagy körzet területén a várostervezés, a mezőgazdaság stb. részéről fölmerülnek. Érdeklődésünkre leginkább az Innsbruck földrajzi fekvéséből eredő déli főnhelyzetekre vonatkozó anyag tarthat számot. A főnhelyzetek gyakorisága a kőzölt anyag szerint az utóbbi 25 évben észrevehetően csökkent. A főnős napok gyakoriságának csökkenésével egyidejűleg nőtt a hótakarós napok száma. Ugyanakkor érdekes körülmény az alpi gleccserek visszahúzódása, mely ugyancsak a főnyakoriságban bekövetkező változással összefüggő napfénytartam növekedés következménye.

Tehát a mű — amint a szerző is hangsúlyozza —, az adatok egyszerű közlése mellett sok olyan érdekes anyagot is tartalmaz, amely további kutatások alapját jelenti, s ennek a kiadványnak a keretét már túllépné. Általában a város-éghajlati munkák mindmáig leíró, adatközlő jellegűek. Az osztrák városok közül pl. Bécsre vonatkozólag ismerünk a szokásos éghajlati adatközlésen túl is tekintő, az adatok belső összefüggését is vizsgáló feldolgozást (*Steinhauser—Eckel—Sauberer*: *Klima und Bioklima von Wien*. II. Wien, 1957). Az említett bécsi feldolgozás — és véleményünk szerint csak ez lehet a város-éghajlati kutatások iránya —, a modern klimatológia alapján elemgyűtéseket vizsgál és szinoptikus szemzőgből is nézi az elmúlt időszak megfigyeléseit. Ilyen jellegű vizsgálatokhoz az első lépést viszont az innsbrucki kiadványhoz hasonló adatközlőfeldolgozások képviselik. Érdeklődéssel várjuk Innsbruckra, erre a főnjelenségekben gazdag alpi városra a további városéghajlati vizsgálatok eredményeit. Az eddigi anyag világos áttekintését az ügyesen összeállított grafikonok nagyon megkönnyíti. A mű szövegrésze nívósabb technikai kivitt is megérdemelt volna.

Endrődi Gabriella

DIETZE, G.: *Einführung in die Optik der Atmosphäre.* (*Bevezetés a légköri optikába*). Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.—G kiadás. Leipzig, 1957. 263 (B/5) oldal, 104 ábra, 32 táblázat, 5 színes fénykép.

A légköri optika az élet számos jelenségével kapcsolatot tart. Különösen a csillagászat, geodézia, világítási technika, fotográfia, valamint a hajózás és repülés mutat nagy érdeklődést a légkörben lejátszódó optikai jelenségek iránt. Ez a széleskörű érdeklődés, valamint az a tény, hogy az utóbbi időben nem jelent meg hasonló tárgyú munka, vezette a szerzőt könyve megírására.

Bátran állíthatjuk, hogy a szerző jól megközelítette a kitűzött célt: a tárgyból annyit és olyan formában adni, hogy az elméleti megvilágítás mellett a gyakorlati felhasználhatóság se sikkadjon el.

Dietze munkája pedagógiai szempontból is dicsőretre méltó. Alapcive az egyszerűbbön keresztül a bonyolultat megismerni. Ennek az alapelvnek a követelményeként az optikai jelenségek mértékrendszerével kezdi művét, szerencsés párhuzamot vonva a fizikai és fotometriai egységek között. A mértékrendszerek tárgyalása után rátér a felhő nélküli légkör optikai jelenségeinek tárgyalására. Majd a halo, szivárvány, korona jelenségeinek szentel három, szerintünk kissé bő fejezetet. A következő két fejezet az extincióról, abszorpcióról, fénytörésről, nappali és éjszakai megvilágításról szól. Figyelemre méltó, hogy olyan tapasztalati törvénynek, mint a Bouge-féle törvény, elméleti megoldását közli világos matematikai megfogalmazással. Igen élvezetes a fénypolarizációról írt fejezet is, valamint ennek a légkörre való alkalmazása. Az alkony és hajnal fénytani tárgyalásával fejezi be élvezetes és hasznos könyvét a szerző.

A könyv érthetőségét az eredmények gyakorlati felhasználhatóságát teszi lehetővé a sok ábra, valamint a hasznos, sokszor új észlelési vagy számítási eredményeket magukba foglaló táblázatok is. A kiadó és német nyomdaipar dicsőségére válnak a szép színes felvételek.

Kifogásunk csupán annyi lehet, hogy nem foglalkozik a szerző a légkör elektromos jelenségeit kísérő fényjelenségekkel, bár ezekről is szívesen olvasnánk és véleményünk szerint nem jelentett volna egy ilyen fejezet megírása túlzott eltérést a tárgytól.

Úgy véljük, hogy meteorológusok, csillagászok, geodéták nem minden haszon nélkül forgathatják a könyvet, annál is inkább, mert a könyv nyelvezete idegen ajkúak számára is világos és könnyű.

Rákóczi Ferenc

A Nemzetközi Geofizikai Év Speciális Bizottságának ülése Moszkvában

A Speciális Bizottságot 1952. októberében hívta életre a Tudományos Egyesületek Nemzetközi Tanácsa. Feladata a NGÉ szervezése. Első ülését Brüsszelben tartotta 1953-ban. Itt elkészítették az NGÉ előzetes munkatervét. Az 1954-ben Rómában tartott második ülésen kialakult a részletes munkaterv. Ezt a programot 1955-ben Brüsszelben a Bizottság harmadik ülésén jóváhagyták. A negyedik ülést 1956-ban, Barcelónában tartották, egy évvel az NGÉ megkezdése előtt. Itt alakult ki az NGÉ végleges szervezete. Az ötödik ülést, amelyről a jelen beszámoló szól, 1958. július 30.—augusztus 9. között Moszkvában tartották.

A moszkvai ülésen 34 ország delegátusai vettek részt, számuk meghaladta a 300-at. Magyarország 5 képviselőt küldött ki az ülésre. A vendéglátó Szovjetunió után a legnépesebb delegáció az USA-é volt, 53 taggal. Az ülés elnöke *S. Chapman* volt, a Bizottságnak alakulása óta elnöke. Az üléseket az NGÉ 14 munkaterületét felélelő ugyanennyi munkacsoportban tartották. Ezek közül legnépesebb a meteorológiai munkacsoport volt 75 delegátussal.

A delegátusok valamennyien a 35 emeletes Ukrajna szállóban voltak elhelyezve, az üléseket pedig a leninhegyi Állami Egyetemen tartották.

A meteorológiai munkacsoport ülésein *Van Mieghem* elnök beszámolt arról, hogy a Speciális Bizottság a meteorológiai program jelentős részének szervezésére felkérte a WMO-t (Meteorológiai Világszervezet). A WMO munkabizottsága létrehozta a Genfben működő meteorológiai adatközpontot, amely mostanáig 12 útmutatást adott ki a meteorológiai észlelésekről és a beküldendő adatok összeállításáról. Az adatközpont végzi az összegyűjtött adatok mikrokártyákra való átvitelét, sokszorosítását, később pedig szétosztását. A WMO munkabizottsága elvállalta még az NGÉ világméretű szinoptikus térképeinek, a sarki-fény, továbbá a rendkívüli felhőjelenségek (világító felhők, gyöngyház-felhők) vizuális megfigyelésének szervezését. A WMO munkabizott-

sága vette kezébe az NGÉ nagy adathalmazából készítendő feldolgozások koordinálását is. Lehetőleg el kell kerülni, hogy ugyanazt a feldolgozást több kutató intézet is elvégezze. Ezért a WMO összegyűjti a feldolgozási terveket és ezekről folyamatosan tájékoztatja a tagállamokat.

Az eddig beérkezett adatokból is megállapítható, hogy a tagállamok nagy erőfeszítéseket tettek, hogy a megfigyelőhálózatot bővítsék. Ezáltal az eddiginél egyenletesebb elosztású hálózat jött létre a földön, amelynek értécs eredményei előreláthatók. A moszkvai kongresszus meteorológiai munkacsoportjának javaslatai kívánatosnak mondják ennek az észlelőhálózatnak fenntartását az NGÉ után is és ajánlják az adatgyűjtés folytatását 1959-ben, természetesen az NGÉ tapasztalatainak felhasználásával.

A munkacsoport javasolja a világnapok rendszerének folytatását az NGÉ után és kéri a tagállamokat, hogy ezeken a lehetőséghez képest magas rádiószonda-felszállásokat végezzenek. Az NGÉ alatt 10-10 napos meteorológiai intervallumokat jelölték ki: a tavaszi és az őszi napéjegyenlőség, valamint a téli, nyári napfordulók környezetében. Az 1959. évre az évszakok középső hónapjaiban javasolják az ugyancsak 10-10 napos intervallumok kijelölését. A meteorológiai munkacsoport azt javasolja, hogy a többi, úgynevezett geofizikai világnapot az érdekelt munkaterületek ennek figyelembevételével jelöljék ki.

Nagyon fontos programpontja volt a moszkvai ülésnek az NGÉ világméretű térképeinek elkészítése az adatközpontozott belüldött észlelési anyag felhasználásával. A munkacsoport javaslata szerint ezek a térképek az 1957. július 1.—1958. december 31-ig tartó időszak minden napjáról a 12 GMT időpont adataiból készülnek el. Javasolt szintek: a tengerszinthez (izobárokkal), a 700, 500, 300, 200, 100 és az 50 mb-os szint (izohipszákkal). A szinoptikus térképek 4 csoportjának elkészítését javasolják. Ezek: I. Az északi félgömb a 20° N-től északra, II. a déli félgömb

a 20° S-től délre, III. a 25° N-től a 25° S-ig terjedő egyenlítőmenti sáv és IV. a teljes földgömb (ez a térkép 50 mb-os szinten nem készül). A teljes földgömb térképére kisebb méretarányt (1 : 82 000 000) ajánlanak.

A szinoptikus térképeken kívül aerológiai függőleges metszetek elkészítését is tervezik, mégpedig azon meridiánok mentén, amelyeket a meteorológiai programban az általános cirkuláció tanulmányozására választottak ki. A térképek közül a Német Szövetségi Köztársaság, a Délafrikai Unió és az USA vállalta és megkezdte az első három csoportba tartozó térképeknek elkészítését a tengerszinten és az 500 mb felületen. A Szovjetunió a kongresszus során a Központi Szinoptikai Intézetben bemutatta az egész földről készített szinoptikus térképeket és bejelentette, hogy az 1958. évről elkészíti a 0 GMT időpont szinoptikus térképeit a tengerszintről, a 850, 700, 500, 300 és a 200 mb-os szintekről, valamint az 500/1000 mb-os relatív topográfiát.

A munkacsoport javasolja a WMO adatközpontnak a teljes napsugárzási anyag kiadását is, részben nyomtatott formában, részben pedig mikrokártyák útján, legkésőbb az észlelések befejezésétől számított két éven belül.

A munkacsoport javasolja a beérkezett teljes anyag katalógusának kiadását az állomások nevével, pozíciójával, az észlelés időtartamával, külön választva mindenegyik munkaterületet. Javasolják, hogy ennek első részét, 1959. januárjában, befejező részét pedig 1960 januárjában adják ki. Javasolta a munkacsoport az NGÉ adataiból készülő dolgozatok különnyomatainak összegyűjtését is.

Az NGÉ ionoszféraméréseit a Speciális Bizottság a Nemzetközi Rádióunió (URSI) útján szervezte meg. Az Unió a moszkvai kongresszus előtt 1958. július 21–23. között ülést tartott. Ezen javasolták az ionoszféra szervezett mérésének folytatását, és a nemzetközi adatközpontok további fenntartását.

1956-ban a barcelónai kongresszuson megalakították a Nukleáris Sugárzási Bizottságot és a NGÉ 13 munkaterületéhez hozzácsatolták 14.-ként a légkör rádióaktivitásának vizsgálatát. A Bizottság 1957. júliusában körlevelet intézett a tagállamokhoz abból a célból, hogy vegyenek részt a kutatási programban. Erre a körlevélre összesen 51 tagállam adott kedvező választ. Magyarország ehhez a programhoz nem csatlakozott, mivel a szolgálat üzemeltetés fenntartását kellő műszerfelszerelés híján nem láttuk biztosítottnak. Az NGÉ-nek ez a programja a csapadék és a légköri por rádióaktivitásának vizs-

gálatára terjed ki a talajon és a magasabb rétegekben. Bleeker elnök beszámolója szerint a legtöbb országban egyszerű méréseket végeznek a talajon vett csapadékmintákkal és légszivattyús szűrőpapírokkal. Magaslégköri méréseket nagyon kevés ország végez. A Bizottság — tekintettel arra, hogy a programot elég későn kezdte — azt javasolja, hogy a résztvevő államok folytassák a megkezdett munkát 1959. december 31-ig. Kéri azokat az államokat, amelyek nem vesznek részt ezekben a mérésekben, hogy 1959-ben csatlakozzanak ehhez a programhoz.

A moszkvai kongresszust megelőzőleg a Szovjetunió írásbeli javaslatot nyújtott be a Speciális Bizottsághoz az NGÉ meghosszabbításáról. A javaslat megemlíti, hogy a kutatók, észlelők ezrei foglalkoznak az NGÉ munkájával és már az eddigi eredményekből is jelentős siker képe bontakozik ki. Nagyméretű beruházások történtek világszerte, amelyek indokolták teszik a mérések folytatását és a nagy áldozatokkal felállított hálózat további felhasználását. Az NGÉ neve világszerte tekintélyre tett szert és biztosítaná a további sikeres munkát. Egyes területeken csak későn tudták megkezdeni az észleléseket. Ezért a Szovjetunió javasolja az NGÉ folytatását 1959. december 31-ig.

A moszkvai kongresszus plenáris záróülése elfogadta a Szovjetuniónak a Végrehajtó Bizottság által módosított javaslatát. Eszerint a Végrehajtó Bizottság ajánlja, hogy az észlelő és adatgyűjtő tevékenység a geofizikában és a kapcsolatos tudományokban folytatódjék 1959-ben ugyanazon tervek szerint, mint 1957–58-ban, a Speciális Bizottság vagy más létrehozandó szerv vezetése alatt. Ennek a periódusnak neve „Nemzetközi Geofizikai Kooperáció 1959” legyen.

Végeredményben a moszkvai kongresszus sikerrel záródott. A résztvevőkben jó benyomást keltett a gondos szervezés, a szíves vendéglátás, a Szovjetunió felkészültsége és lelkes részvétele a Nemzetközi Geofizikai Év mérési munkáiban.

(Béll Béla)

*

A ROMÁN HIDROMETEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT VEZETŐJE MAGYARORSZÁGON. I. Motronea, a Román Népköztársaság Hidrometeorológiai Szolgálatának vezetője az Országos Vízügyi Főigazgatóság vendégeként 1958. augusztus második felében 2 hetet töltött a halatonmenti Révfülöpön. Üdülése során is alkalmat talált arra, hogy ismételtlen megbeszélést

folytasson a magyar meteorológiai szolgáltatnak a szabadságát ezidőben ugyan csak a Balaton mellett töltő vezetőjével, *Dési Frigyes* egyet. tanárral. *Motronea* főigazgató hazatérőben, augusztus 28-án, Budapesten megtekintette az Orsz. Meteorológiai Intézet előrejelző szolgálatát, a teleprinter- és teletype-központot, s beható eszmecseréket folytatott a távközlési berendezéseknek a román és magyar meteorológiai szolgálatot közösen érdeklő kérdéseiről. (K. J.)

✱

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG IV. VÁNDORGYŰLÉSE 1958. augusztus 29—31. között volt Debrecenben.

A Kossuth Lajos Tudományegyetem dísztermét megtöltötték a Budapestről érkező vendégek (mintegy százan), a meteorológiai iránt érdeklődő debreceni és környékbeli földrajztanárok, amikor augusztus 29-én délelőtt 9 órakor *Hille Alfréd* a Társaság alelnöke megnyitotta a vándorgyűlést. Méltatta a Debrecenben folyó meteorológiai munkát, amelynek megtisztelését jelenti a vándorgyűlés. Megnyitóbeszédében áttekintette azt az óriási haladást, amelyre — a geofizikai év eredményeit is figyelembe véve — a síófoki (1957) vándorgyűlés óta visszatekinthetünk a meteorológiai kutatásban.

Az előadások sorát *Berényi Dénes*: „A debreceni egyetemi állomás 30 éve” címmel nyitotta meg. Az 1928-ban megkezdett munka a meteorológiai megfigyelések történetében nem nagy idő. Azonban a debreceni meteorológiai állomás helye és környezete 3 évtized óta háborítatlan, ebből ered a viszonylag rövid megfigyelési sorozat jelentősége. Ismertette az állomás történeti adatait, majd a „Modern klimatológiai kutatás néhány kérdése” címmel tartott programon kívül előadást.

Az előadások élénk vitát váltottak ki. *Aujeszky László* a Debrecenben végzett agrokémiai kutatások meteorológiai vonatkozásaihoz, *Bacsó Nándor* és *Kéri Menyhért* az Egyetemi Intézet 30 éves munkájának agrometeorológiai kutatásban és az oktatásban elért eredményeihez szőtt hozzá. A regionális központként működő meteorológiai állomásról kialakult vita eredménye az a megállapítás, hogy a regionális központ feladata korunkban elsősorban az oktatás, a kutatás és a mezőgazdaság kiszolgálása lehet, de nem tagadható meg a szolgálatban való részvétel sem, amennyiben ilyen igény mutatkozik.

Simor Ferenc bejelentette, hogy Pécs mellett, Misinatetön, rövidesen elkészül az első magaslati obszervatórium, ahol meteorológus vezetésével indulhat meg a

munka. *Dobosi Zoltán* és *Szesztai Károly* együttműködést ajánlottak fel, *Zétényi Endre* pedig az egri pincemikroklima vizsgálatokhoz kérte a debreceniek tapasztalatait. *Hajósy Ferenc* megállapította, hogy a debreceni egyetemi megfigyelési sorozat a régebbi debreceni meteorológiai állomások anyagával homogenizálható, ezért az állomás helyének megtartása célszerű. Építési tilalmat javasolt az állomás környékére. *Réthly Antal* szekuláris állomás létesítését sürgette Debrecenben. *Goll György* és *Salamin Pál* a levegőkémiai vizsgálatokhoz adtak értékes gondolatokat. *Salamin Pál* ezen kívül a hőkutatáshoz alkalmas állomás felállítására tett javaslatot.

Délután városnézés során *Eördegh Béla* ismertette Debrecen történetét, épületeit, érdekességeit az érdeklődőkkel. A délután befejezéseként pedig a MTA Magfizikai Kutató Intézetébe látogattak el a vándorgyűlés résztvevői. Itt *Medveczky László* és kutató társai megtekintés közben értékes és tanulságos előadásban képet adtak az intézetről és kutatómunkájáról.

A vándorgyűlés második napjának a *rádióaktívitás és a meteorológia* címszó alatt összefoglalható előadásorozatát *Berényi Dénes*: „A légkör mesterséges rádióaktív szennyeződése” c. előadása nyitotta meg. A gyáripár és atombomlás szennyezései közötti különbséget és mindkettő hatását fejtegette. Számadatokat közölt és ábrákat mutatott be debreceni mérések alapján és az irodalomból. Foglalkozott a nukleáris robbantások szennyező anyagának szállításában döntő szerepet játszó áramlásokkal. A csapadékvíz rádióaktívításáról szólva összefüggéseket állapított meg a csapadékhullás idején bizonyos szintekben észlelhető légáramlásokkal és légnyomással.

Flórián Endre a magasléggör és a csapadékvíz rádióaktív szennyezettségével kapcsolatosan a pestlőrinci obszervatóriumban végzett kísérleteket és méréseket, valamint az ezzel összefüggő további feladatokat ismertette. Hangsúlyozta az inverziós rétegek — mint záró rétegek — kutatásának fontosságát. A lőrinci obszervatóriumban kidolgozott mérési módszer segítségével, rádióaktív szennyezettség esetén összefüggések állapíthatók meg a rádióaktivitás erőssége és a csapadékeloszlás között. Ilyen módon a csapadék és az időjárási-térkép segítségével a rádióaktivitás talajmenti eloszlása egy országra, vagy nagyobb vidékre pontosan meghatározható.

Kovács Ádám — az éppen külföldön tartózkodó *Szalay Sándor* egy. tanár, az MTA Országos Kutató Intézet igazgatója helyett — a debreceni MTA Magkutató

Intézet munkájával, közelebbi és távolabbi céljaival, a fizikus szemszögből ismertette meg a vándorgyűlést. *Predmerszky Tibor* „A légkör rádióaktív szennyeződésével kapcsolatos közegészségügyi kérdések” címmel a rádióaktív szennyezettség egészségvédelmi szempontjait vizsgálta.

A második nap előadásaihoz bejelentett hozzászólások száma és tartalma mutatta, hogy korunk legégetőbb problémájáról van szó. *Béll Béla* az elhangzott előadások kiegészítéseként ismertette a Geofizikai Évben a sugárveszély és a rádióaktivitással kapcsolatos kutatásokra létrehozott nemzetközi szervezetet, hálózatot, s a mérések eredményét. *Aujeszky László* mint meteorológus, *Tamási László* mint orvos, *Erdélyszky Zsigmond* mint fizikus szölk az előadásokhoz.

Zách Alfréd az Országos Meteorológiai Intézet Igazgatósága nevében üdvözölte *Berényi Dénes*t és az egyetemi Meteorológiai Intézetet a 30 éves jubileum alkalmából, majd megköszönte a Kossuth Lajos Tud. Egyetem vezetőségének az Országos Meteorológiai Intézettel való együttműködését.

Augusztus 30-án délután a vándorgyűlés résztvevői Pallagpusztán megtekintették az Egyetemi Meteorológiai Intézet munkatársainak szabadföldi méréseit. Itt *Berényi Dénes* „Az állományklíma kutatás újabb kérdései”, *Szász Gábor* „Kalászos növények állomány-éghajlata” és *Justyák János* „Rövid beszámoló a kertészeti növények állományklímájáról” címmel tartottak előadást. Ezt követően került sor *Goll György* „Termisztoros hőmérsékletmérés” és „Az albedo fogalom meteorológiai értelmezéséről” című előadásaira. Fizikus szemszögből világította meg, hogyan lehet hőmérsékletmérést végezni sugárzási hibától mentesen. Ismertette a termisztorok működési elvét és hibáit. Az albedó mérése pedig legkorszerűbben felületi termoszlopok segítségével történik, — határozta

meg az előadó. A rendkívül érdekes kérdésekhez időhiány miatt nem kerülhetett sor hozzászólásokra.

Augusztus 31-én reggel a vándorgyűlés résztvevői a Hortobágyra utaztak. Útközben *Kádár László* a Hortobágy gazdasági és földrajzi érdekességeiről és sajátosságairól, *Berényi Dénes* pedig éghajlatáról és a délibábról tartott tájékoztató és éléményszerű előadásokat. (V. E.)

ÉSZAKI FÉNY Július 8-ról 9-re virradó éjszaka északi fényt észleltek hazánkban. Az északi fény, mint ismeretes, az ionoszférában lezajló folyamat, s így érthető, ha az ionosféra karakterisztikák rendellenességet mutatnak az északi fény jelentkezése esetén.

A pestlőrinci obszervatóriumban végzett rendszeres ionoszféramérések eredményeiből igen jól követhető a fent említett folyamat. Az északi fény hatásának első nyomai már láthatók 8-án a nappali órákban, mivel az F2 réteg határfrekvenciája állandóan alacsonyabb volt, mint amilyen máskor, normális körülmények között hasonló időben szokott lenni. Ugyanakkor a réteg magassága 5—600 km közt változott, szemben a szokásos 350—400 km-es magassággal. 17 és 19 óra (GMT) között rendkívül gyors és erőteljes változás ment végbe az ionoszférában, ami a következőkből állt. Normális körülmények között a határfrekvencia ebben az időben 7—8 MHz körül ingadozik, most viszont 17 órakor a határfrekvencia 6,2 MHz, de még tovább esőkken, 19 órakor már csak 2,8 MHz (nagyon ritka ebben a rétegben), sőt 24 órára 2,0 MHz-re süllyedt. Ilyen alacsony értéket nálunk még eddig nem észleltek.

Az északi fényt vizuálisan 21 óra (GMT) körül észlelték az ország több pontján is, az ionogrammon éppen ekkor jelentkezik az F réteg a legelmosódottabban. A visszaverődés magassága 22 órakor (GMT) volt

Felhívás a Meteorológiai Társaság Tagjaihoz!

A Társaság fejlődése érdekében kérjük Tagjainkat, hogy tagdíjaitak pontosan egyenlítsék ki. A postautalványon történő befizetéseket a Társaság címére (Budapest, II., Kitaibel Pál utca 1.), csekkfizetéseket pedig a Társaság tagdíjbefizetési számlájára (Magyar Meteorológiai Társaság tagdíjbefizetési számla Budapest, 61,764) kérjük.

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

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

TITKÁRSÁG

a maximális. Ekkor az F réteg magassága 1000 km körül ingadozott ami nálunk még szintén nem fordult elő. Amint a megfigyelésekből később kiderült, kb. hasonló időben volt legnagyobb az északi fény erőssége is. 23 órakor (GMT) réteg magassága még mindig 900 km volt, azonban a réteg rajza valamivel már határozottabbá vált a korábbi észlelésekhez képest. Normális alakját csak 9-én 1 óra után kezdi visszanyerni.

Az északi fény következménye másnap, 9-én, abban nyilvánult meg, hogy az F2 réteg határfrekvenciái egész napon át rendkívül alacsonyak voltak, és csak az esti órákban kezdik felvenni a normális értékeket. Valószínűleg az északi fény egy másik következménye volt a 9-én délelőtti nagyon erős sporadikus E-tvékenység. A maximum 9 óra 15 perckor (GMT) 15,6 MHz-et ért el, ami nálunk rekord értéknek számít. A délutáni órákban már minden karakterisztika megközelelti a normális értéket. (Sz. Zs.)

×

A SFERICUS JELENTŐSÉGE A METEOROLÓGIÁBAN ÉS A RÁDIÓ TÁVKÖZLÉS

TERÉN címmel *Flórián Endre* az Országos Meteorológiai Intézet lélegektromos osztályának vezetője tartott előadást a Magyar Meteorológiai Társaság és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1958. június 19-i együttes előadó ülésén.

Bevezetőben a sfericus — a rádióban hallható légköri zavarok — eredetéről, újabban megismert megjelenési formáiról, hullámalakjának felvételeiről adott tájékoztatást. Bemutatta, hogyan használható a meteorológiában a sfericus a zivatargócok és hidegfrontok helyének meghatározására.

A légköri zavarok hatása különösen a rádióvételnél tapasztalható. A különböző hullámhosszokon hallható és megfigyelhető légköri zavarokat, zörejeiket — amelyeket magnetofon szalagról és rádiós bemutatással ismertetett az előadó — a Geofizikai Év során számos megfigyelőhelyen vizsgálják és regisztrálják.

Végül a zavar szintnek a Föld különböző tájain mutatkozó kialakulását ismertette az előadó. Összefüggéseket határozott meg a rádióállomás frekvenciája, kibocsátandó energiája és a vevő állomás zavar szintje között.

A hozzászólások során *Magyary Endre* posta műszaki igazgató a zavarok hullámformáival kapcsolatban vetett fel értékes gondolatokat. Saját tapasztalataival erősítette az előadásban elhangzottakat. *Tardos Béla* az Országos Meteorológiai Intézet tudományos munkatársa az előadás meteorológiai vonatkozásaihoz fűzött megjegyzéseket.

Dési Frigyes, a Társaság elnöke záró szavaiban hangsúlyozta, hogy a tárgy érdekes, és hasznos, tehát érdemes vele foglalkoznunk, mind a gyakorlati cél, mind a kutatás szempontjából is. (V. E.)

×

FILMFELVÉTELEKET KÉSZÍTETTEK a csehszlovák televízió munkatársai *dr. Hruby* és *Mikula* vezetésével a Siófoki Meteorológiai Observatóriumban 1958. augusztus 4-én és 5-én. A klímaészlelésen és magassági szélmérésen kívül megörökítették a balatoni viharjelző szolgálat munkáját. A televíziós szakemberek megígérték, hogy a filmfelvételeket elküldik a prágai meteorológiai intézet igazgatójának is. (G. G.)



INHALT — SOMMAIRE — CONTENTS — СОДЕРЖАНИЕ

<i>Parczewski, W. (Warszawa):</i> Niederschlagsintensität und Häufigkeit der Blitzentladungen in Gewitterwolken	189
<i>Höhne, W. (Halle):</i> Technical supplementary means in micro-meteorological temperature measurements using thermo-couples	195
<i>Péczely, Gy.:</i> Influence of the lake Balaton on the formation of humidity and temperature	207
<i>Hajósy, F.:</i> Parallele Niederschlagsmessungen im Instrumentengarten der Zentralanstalt für Meteorologie	212

REVIEW

Further remarks about fronts and air-masses (<i>Z. Ozorai</i>).....	220
Die Trockenheit der Hochsommer zwei Jahre vor den Sonnenfleckenextremen in Ungarn (<i>F. Baur</i>)	223
Das Eintreffen der Niederschlagsprognose von Drogajzew (<i>Z. Berkes</i>)	225
Druckanstieg in hohen Luftschichten bei zunehmender ultravioletter Strahlung — Erwiderung und Ergänzung (<i>F. Baur</i>)...	226
About application of sferics in meteorology (<i>M. Mezösi</i>)	228
About the true horizon (<i>J. Szakály — T. Szilágyi</i>)	231
About taking in consideration of orographic influences in the forecasts of the field of pressure (<i>T. Tünczer</i>).....	233
Aerological problems of measurements of humidity (<i>L. Pápai</i>)	235
Die prinzipiellen Grundlagen der mechanischen Umzeichnung von zwei verschiedenen Kartenprojektionen (<i>P. Tóth</i>)	238

LITERATURE

<i>Bernhardt, F.—Philipps, H.:</i> Die räumliche und zeitliche Verteilung der Einstrahlung, der Ausstrahlung und der Strahlungsbilanz in Meeressniveau. Teil I. Die Einstrahlung (<i>L. Takács</i>).....	242
<i>Reiter, R. E.:</i> Klima von Innsbruck (<i>G. Endrödi</i>)	243
<i>Dietze, G.:</i> Einführung in die Optik der Atmosphäre (<i>F. Rákóczi</i>)	243

CHRONICLE	244
-----------------	-----