

IDŐJÁRÁS

5

1962. SZEPTEMBER — OKTÓBER

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET

HIVATALOS LAPJA

IDŐJÁRÁS

ПОГОДА * WETTER * TEMPS * WEATHER

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET HIVATALOS LAPJA

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG :

Prof. dr. **F. BAUR** (Bad Homburg)
Dr. BÉLL B.
Dr. BERKES Z.
Dr. BODOLAI I.
 Prof. dr. **M. BOSSOLASCO**
 (Genova)
Dr. S. BRANDEJS (Prága)
 Prof. dr. **M. ČADEŽ** (Beograd)
 Prof. dr. **F. F. DAVITAJA** (Moszkva)
 Prof. dr. **DÉSI F.** felelős szerkesztő
Dr. HILLE A.
 Prof. dr. **Sz. P. HROMOV** (Moszkva)
S. JAHO (Tirana)
Dr. KAKAS J. szerkesztő
P. KASNECI (Tirana)
Dr. 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

<i>Béll Béla:</i> Az izoterma szinteken mért labilitási energiáról	257
<i>Szepesi Dezső:</i> Középhegységeink orografikus csapadékképző hatásának mennyiségi vizsgálata	269
<i>Papp Béla:</i> Talajnedvesség mérése terepen radioaktív kobalttal	274
<i>Antal Emánuel—Endrődi Gabriella—Kissné Tóth Erzsébet:</i> A terepklimatológiai kutatások feladata és módszerei	280
<i>Koppány György:</i> A hőmérséklet ultratrátvü előrelzéséről	284
<i>Kovácsné Pataki Márta:</i> Budapest légszennyeződések vizsgálat a globálsugárzás alapján	285
<i>Kallósne Sugár Margit—Ottáné Benkó Erzsébet:</i> Hurrikán erejű szélvihar Szegeden	292
<i>Czelnai Rudolf:</i> A felhőzet megfigyelése műholdakkal	294
<i>Szádeczky-Kardoss László:</i> Néhány gondolat a mesterséges esőkeltés jogi vonatkozásairól	301
<i>Péczely György:</i> Főnjelenség Magyarországon 1962. február 6-án	306
<i>Kozák Béla:</i> Regisztrálás természetorokkal	310

IRODALOM

<i>Réthy A.:</i> Időjárás események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig (Berkés Z.)	312
<i>Szigyártó Z. (szerk.):</i> Beszámoló a Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet 1958. évi munkájáról (Szepesiné Lőrincz A.)	312
<i>Agrobotanika.</i> Az Országos Agrobotanikai Intézet Közleményei III. kötet (Szakály J.)	313
<i>Berljand, T. G.:</i> A napsugárzás eloszlása a kontinenseken (Nagyné Dávid A.)	313
KRÓNKA	314

B. Béll:

Über das Verhalten der an Isothermenflächen festgestellten Labilitätsenergie

Об энергии неустойчивости, измеренной на изотермических поверхностях. Для исследования условий образования гроз в Будапеште и его окрестностях радиусом в 50 км автор выбрал известный из литературы фактор неустойчивости по Симилю, потому что этот фактор вследствие простоты способа его вычисления хорошо применим в повседневной практике. Фактор неустойчивости относится при этом не к произвольно выбранному уровню 500 мб, но, на основании соображений физики облаков, к изотермическим поверхностям 0° , -15° , -30° . Для вычисления измененного таким образом фактора построены простые номограммы. Путем испытания удалось установить, что фактор неустойчивости, вычисленный для изотермической поверхности -30° , является лучшей характеристической величиной для отделения грозовых дней от дней с осадками без грозы. Чтобы оценить возможность прогностического использования фактора неустойчивости автор произвел исследование на основе наблюдений на центральной станции в Будапеште, в области Большого Будапешта и в окрестностях Будапешта радиусом в 50 км. Статистическими методами определялись критические значения неустойчивости, при превышении которых наступление грозы ожидается с определенной вероятностью. Показано, как при увеличении фактора неустойчивости растет среднее число гроз, наблюдаемых в течение одного дня (плотность гроз) в районе радиусом в 50 км. На основании радиозондовых наблюдений через каждые 6 часов автор показывает, насколько важно предсказание кривой состояния с точки зрения прогноза гроз.

*

Als die wichtigste Energiequelle in einem Gewittervorgang ist die im Laufe der Wasserdampfkondensation freiwerdende Labilitätsenergie zu betrachten. Es ist vollkommen begreiflich, dass in der synoptischen Praxis eine labile Schichtung als die notwendige Voraussetzung für das Zustandekommen eines Gewitters betrachtet wird. Bei der Anstellung prognostischer Erwägungen im Zusammenhang mit der Labilitätsenergie muss es jedoch beachtet werden, dass bei der Ausbildung eines Gewittervorganges eine ganze Reihe von dynamischer, thermischer und luftelektrischer Faktoren in Frage kommt. Aus diesem Grunde ist es gar nicht zu erwarten, dass die Gewittertätigkeit schon durch einen einzigen Faktor eindeutig bestimmt werden könnte.

In der vorliegenden Arbeit soll es untersucht werden, welches Gewicht der Labilitätsenergie bei der Aufstellung einer für die Umgebung von Budapest gültige Gewittervorhersage beigemessen werden kann. Diese Untersuchung wird sich auf Niederschlagstage beschränken. Man darf nämlich mit voller Berechtigung annehmen, dass in der praktischen synoptischen Arbeit zunächst über das Auftreten eines

trockenen oder niederschlagbringenden Wetters entscheidet wird, und erst später nur Betrachtungen über den Labilitätsgrad angestellt werden.

Diese Bearbeitung erstreckt sich lediglich auf das Sommerhalbjahr. Gewitter, welche im Laufe des Winterhalbjahrs verzeichnet werden, sind einerseits von minderer Bedeutung für das gesamte Wettergeschehen, und dieselben unterscheiden sich auch aus energetischem Standpunkt recht stark von einem Sommergewitter. Zu den Untersuchungen wurden die in Budapest während des Jahrzehnts 1951—1960 ausgeführten Radiosondenaufstiege herangezogen. Entsprechend des allgemein befolgten Verfahrens [1] wurden die Labilitätsverhältnisse eines gegebenen Tages aus den in der Zeit zwischen 00 und 03 GMT durchgeführten Aufstiegen ermittelt; diejenigen Regenfälle und Gewitter wurden in Betracht gezogen, welche im Zeitraum von 07^h des betreffenden Tages bis 07^h des nachfolgenden Tages sich ereignet hatten.

Dabei soll es beachtet werden, dass die in dieser Weise festgestellten Labilitätsverhältnisse eigentlich nur entlang der Trajektorie des Ballons eine Gültigkeit besitzen, in der Praxis hingegen für einen Umkreis der Beobachtungsstelle mit einem Radius von etwa 50 bis 100 Kilometer für eine Beurteilung der zu erwartenden Gewittertätigkeit verwendet werden. In dieser Arbeit sollen auch die Folgen einer solchen in Zeit und Raum ausgeführten Extrapolation behandelt werden.

In Anbetracht der erwähnten Vernachlässigungen sowie der beschränkten Verarbeitungsmöglichkeiten, die innerhalb des synoptischen Dienstes zur Verfügung stehen, sind wir zur Überzeugung gelangt, dass eine beste Charakterisierung der Labilitätsverhältnisse durch den sogenannten ΔT -Faktor erreicht werden kann, der von *Similä* im Jahre 1949 vorgeschlagen und später für eine Verwendung unter skandinavischen Verhältnissen eingehend untersucht wurde [2]. Zwecks der Vereinfachung der Berechnungen wird hier vorausgesetzt, dass das Kondensationsniveau an der Isobarenfläche 850 mb liegt. Bezeichnet man die Temperatur, mit welcher die aus dem 850-mb Punkt der Zustandskurve ausgehende Feuchtadiabate die Fläche 500 mb erreicht, durch T_f^{500} , und die Temperatur, mit welcher die vom selben Punkt ausgehende Trockenadiabate an der 500-mb Fläche angelangt, durch T_t^{500} , und besitzt die Zustandskurve selbst an der 500-mb Fläche eine tatsächliche Temperatur T^{500} , dann lautet der von *Similä* eingeführte Faktor:

$$\Delta T = 10 \frac{T_f^{500} - T^{500}}{T_f^{500} - T_t^{500}}$$

Im Interesse der Beschleunigung der Berechnungen werden durch den Faktor ΔT die Labilitätsverhältnisse in Bezug auf die Isobarenfläche 500 mb angegeben, doch ist das Verfahren im Prinzip für jedes beliebige Höhengniveau anzuwenden.

Nach unserer Ansicht können die in einer Gewitterwolke sich abspielenden wolkenphysikalischen Vorgänge besser behandelt werden, wenn die Labilität für ein solches Druckniveau festgestellt wird, in deren Umgebung die entlang der Feuchtadiabate aufsteigende Luft Temperaturen erreicht, welche als charakteristisch für die Elektrifikationsvorgänge in der Wolke anzusprechen sind. Namentlich ist es auf Grund der verschiedenen Theorien zur Erklärung des Entstehens der Gewitterelektrizität als wahrscheinlich zu bezeichnen, dass das Auftreten der elektrischen Ladungen in der Wolke im Laufe der Aggregatzustandsänderungen des Wassers vor sich geht, während die räumliche Trennung der Ladungen verschiedenen Vorzeichens mit den senkrechten Luftbewegungen und der auf eine senkrecht gerichtete Beschleunigung führenden Labilitätsenergie im Zusammenhang stehen.

Nach den Radarbeobachtungen, welche an Gewitterwolken ausgeführt wurden, erscheint das erste Echo im Zeitpunkt, als der Gipfel der Wolke bis zur 0°-Isotherme

vorgedrungen ist. Zunächst sind die Wolkenelemente noch klein, doch erfahren dieselben im Lauf der Entwicklung der Wolke eine rasche Grössenzunahme. Die Zunahme beschleunigt sich besonders, wenn das Niveau der -30° -Isotherme vom Wolkengipfel erreicht wird. Aus einer Untersuchung der Polaritäten geht es hervor, dass die positiven Ladungen, welche meistens im Oberteil der Wolke sich ansammeln, ihren höchsten Wert in einer Höhe von 6 bis 7 km, bei einer Temperatur um -30° erreichen. Der Raum mit einer negativen Ladung im mittleren Teil der Wolke wird durch die 0° -Isotherme von den positiven Ladungen des unteren Wolkenteils abgegrenzt [3, 4]. Nach Untersuchungen von Rossi [5], die an finnischem Beobachtungsmaterial ausgeführt wurden, liegen die niedrigsten Temperaturen in Schauer-

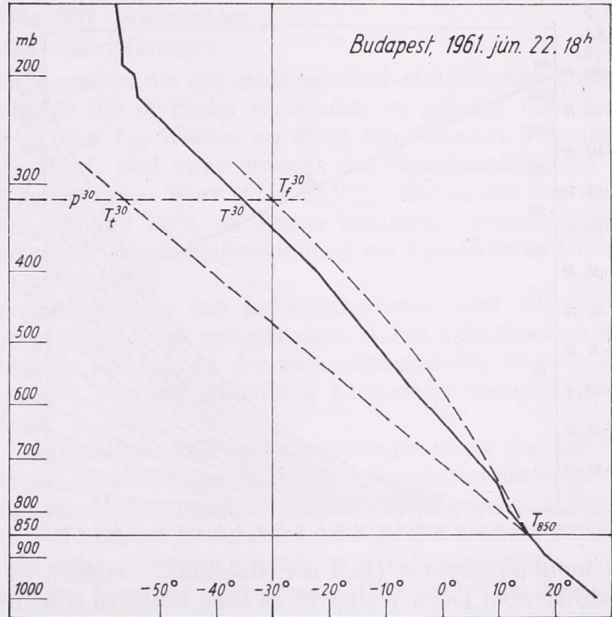


Abb. 1.: Temperatur-Druck Zustandskurve (Budapest, 22. 6. 1961)

1. ábra: Hómérséklet-nyomás állapotgörbe (Budapest, 1961. VI. 22.)

wolken zwischen -8° und -15° , in Gewitterwolken zwischen -15° und -30° . Dementsprechend dürfte die kritische Temperaturgrenze für eine Ladungsbildung und für die Trennung der Ladungen bei -15° liegen. Nach Jones [6] entsteht der erste Blitz dann, wenn das Radarecho bis zur Höhe der -30° -Isotherme vorgedrungen ist.

Auf Grund dieser Erwägungen benützten wir einen modifizierten Wert des Faktors ΔT , indem an Stelle der 500-mb Fläche diejenigen Niveaus verwendet wurden, an welchen von der entlang einer Feuchtadiabate aufsteigenden Wolkenluft die Isothermenflächen 0° , -15° und -30° erreicht werden. Aus einer ausführlichen Bearbeitung des Materials ging es hervor, dass die an Regentagen ohne Gewitter auftretenden Labilitätsverhältnisse signifikant von denjenigen abweichen, welche an Gewittertagen beobachtet werden. Namentlich sind die Abweichungen am grössten im Falle des -30° -Niveaus, und am geringsten im Falle des 0° -Niveaus. Dementsprechend wird hier ein Labilitätsindex für das -30° -Niveau (L_{30}) eingeführt. Nach der Abb. 1 ist:

$$L_{30} = 10 \frac{T_f^{30} - T^{30}}{T_f^{30} - T_t^{30}}$$

Zur raschen Berechnung der L_{30} -Werte wurde ein einfaches Nomogramm hergestellt (Abb. 2). An der waagerechten Achse des Nomogramms befindet sich die Temperatur des 850-mb Niveaus (T_{850}). Von der Kurve p^{30} wird der Druckwert angegeben, bei welchem an der aus dem Temperaturpunkt T_{850} ausgehenden Feuchtadiabate die Isothermenfläche -30° erreicht wird. An der Ordinatenachse des Nomogramms befindet sich der aus der Zustandskurve bei einem Druck von p^{30} entnommene Temperaturwert T^{30} . Aus den Werten T_{850} und T^{30} erhält man mittels der im Nomogramm dargestellten Kurvenschar den Betrag von L_{30} .

Offenbar wird bei positiven Werten von L_{30} die abiabatisch auf das Niveau -30° gehobene Wolkenluft auf Kosten der Labilitätsenergie weiter nach oben befördert (Fall der Labilität), und bei negativen Werten von L_{30} wird die erfolgte

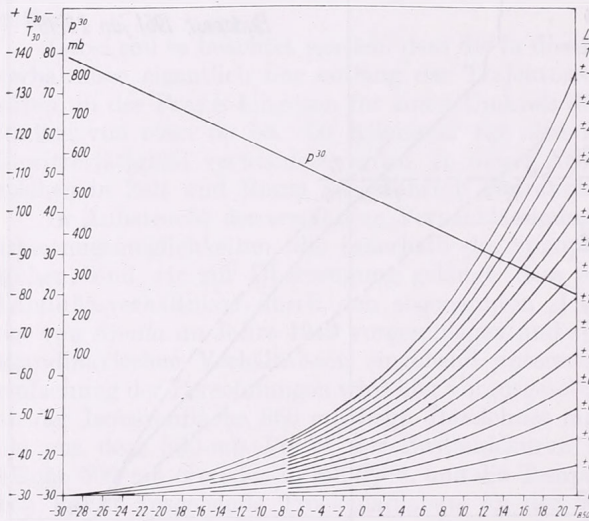


Abb. 2.: Nomogramm zur Berechnung der Labilitätswerte

2. ábra: Nomogramm a labilitási számérték kiszámítására

Hebung abgebremst (Fall der Stabilität); endlich ist $L_{30} = 0$ der Ausdruck einer indifferenten Lage. Weiter ist es auch leicht zu erkennen, dass der höchste mögliche Wert von L_{30} , namentlich 10, im Falle auftreten würde, wenn die Zustandskurve von 850 mb bis p^{30} gänzlich mit der Trockenadiabate übereinstimmen würde. Die möglichen negativen Werte von L_{30} besitzen nicht eine solche natürliche Begrenzung; in Luftmassen, welche nur eine geringe Temperaturabnahme mit der Höhe aufweisen, und besonders bei der Anwesenheit von Temperaturinversionen, können verhältnismässig hohe negative Beträge des L_{30} verzeichnet werden.

Die Niederschlagstage, welche im Laufe des Sommerhalbjahrs in den zehn Jahren 1951—1960 verzeichnet wurden, haben wir in Regentage und Gewittertage eingeteilt. Für beide Gruppen wurden die Werte L_{30} festgestellt. Die Häufigkeit der auftretenden Labilitätswerte wird für Regen- und für Gewittertage in Tabelle I gesondert mitgeteilt.

Aus der Tabelle wird es ersichtlich, dass das verschiedene Verhalten von Regen- und Gewittertagen vor allem in der Ausdehnung des Wertbereiches für L_{30} in Erscheinung tritt. An Gewittertagen liegen die vorkommenden Werte von L_{30} zwischen 7 und -5 ; an Regentagen findet man hingegen eine gewaltige Erweiterung des Wertbereiches in der Richtung nach der Stabilität. Dieser Unterschied tritt in den Übergangsmonaten (IV, V, IX) besser, in der Sommerzeit (VI, VII, VIII) geringer in Erscheinung. Infolge der sommerlichen Erwärmung erfährt das Vorkommen der schauerartigen, aber gewitterfreien Regenfälle eine stetige Zunahme.

Monatswerte werden in zwei Gruppen, für Übergangsmonate und Sommermonate, behandelt. Für die so erhaltenen vier Häufigkeitsverteilungen erhielten wir die folgenden Werte der statistischen Kennzahlen:

1. Übergangsmonate:
 - a) Durchschnitt der L_{30} -Werte für 385 Regentage: —3,07
Streuung von L_{30} für 385 Regentage: 4,18
 - b) Durchschnitt der L_{30} -Werte für 95 Gewittertage: 0,50
Streuung von L_{30} für 95 Gewittertage: 2,34
2. Sommermonate:
 - a) Durchschnitt von L_{30} für 271 Regentage: —0,48
Streuung von L_{30} für 271 Regentage: 2,28
 - b) Durchschnitt von L_{30} für 200 Gewittertage: 1,05
Streuung von L_{30} für 200 Gewittertage: 1,95

Wird auf die mitgeteilten Angaben die aus mathematisch-statistischen Untersuchungen wohlbekannte Methode der F -Probe verwendet, so gelangt man zum Ergebniss, dass die Streuung in den L_{30} -Werten zu einer signifikanten Trennung der Regen- bzw. Gewittertage führt, und zwar erreicht das Signifikantsniveau in den Übergangsmonaten einen recht hohen Wert (über 99,9%), und in den Sommermonaten Werte, die zwischen 95 und 99% zu liegen kommen. Augensichtlich besteht auch in den Mittelwerten der Häufigkeitsverteilung ein signifikanter Unterschied zwischen Regen- und Gewittertage.

Einblick in die Häufigkeitsverteilung der Labilitätsgrössen wird durch die Summenkurven der *Abb. 3* geboten. Auf der waagerechten Achse befinden sich die oberen Grenzen der Wertintervalle für L_{30} , an der senkrechten Achse wurden die relativen Häufigkeiten aufgetragen. Aus der Abbildung können die nachstehenden Folgerungen abgeleitet werden:

1. Der Wertbereich der Labilitätszahl fällt an Gewittertagen enger aus, als bei Regentagen. Ihr Minimalwert für Gewittertage ist in allen Sommermonaten höher als —5. An Regentagen beträgt der Minimalwert von L_{30} in den Übergangsmonaten —17, in den Sommermonaten —7. Dieser jahreszeitenmässige Unterschied enthält einen Hinweis auf den labilen, schauerartigen Charakter der Sommerregen.

2. Die Unterschiede zwischen Gewitter und Regenfälle verschärfen sich bei den geringeren Werten der Labilitätszahl. Auf Grund des 10-jährigen Beobachtungsmaterials kann es behauptet werden, dass *im Vorhersagedienst nicht mit der Möglichkeit eines Gewitters gerechnet werden darf an Tagen, für welchen aus der Zustandskurve*

TABELLE I. — I. TÁBLÁZAT

Zahl der Regentage und Gewittertage, Budapest, 1951—1960.

Az esős és a zivataros napok száma Budapesten, 1951—1960.

Monat Hó	L_{30}	6,9— 5,0	4,9— 3,0	2,9— 1,0	0,9— -1,0	-1,1— -3,0	-3,1— -5,0	-5,1— -7,0	-7,1— -9,0	-9,1— -11,0	-11,1— -13,0	-13,1— -15,0	-15,1— -17,0	Σ
IV.	●	6	9	25	27	20	23	16	10	5	2	3	146	
	☒	1	5	7	4	5							22	
V.	●	4	17	27	34	19	9	7	5	4	3	1	130	
	☒	2	6	26	14	10	2						60	
VI.	●	2	20	32	19	6	6						85	
	☒	1	9	35	21	7	3						76	
VII.	●	2	24	29	15	9	3						82	
	☒	10	26	27	7	1							71	
VIII.	●	7	19	39	29	7	3						104	
	☒	3	7	18	19	5	1						53	
IX.	●	3	18	33	19	12	16	4	2	2			109	
	☒	2	3	5	5	2	1						13	
IV—IX.	●	24	107	185	143	73	60	27	17	11	5	4	656	
	☒	6	35	113	93	35	13						293	

des Mitternachtsaufstieges ein Labilitätswert $L_{30} \leq -5$ entnommen wurde. Zur Aufstellung einer solchen entschieden negativen Gewittervorhersage bietet sich in den Übergangsmonaten an 23% aller Regentage, in den Sommermonaten aber nur an 3% derselben eine Gelegenheit.

3. Eine hinreichende Bedingung für das Auftreten der Gewittertätigkeit kann, wie es von vornherein zu erwarten war, in der Gestaltung der Labilitätsenergie nicht gefunden werden. Im Sommerhalbjahr können bei einem positiven Wert der Labilitätsenergie sowie Regen als auch Gewitter auftreten. In den Übergangsmonaten wurde bei 25% aller Regentage und in den Sommermonaten bei 46% derselben ein positiver Labilitätswert in den Mitternachtsaufstiegen gefunden. Der Höchstwert der Labilitätszahl ergab sich an Regentagen als 5 und an Gewitter-

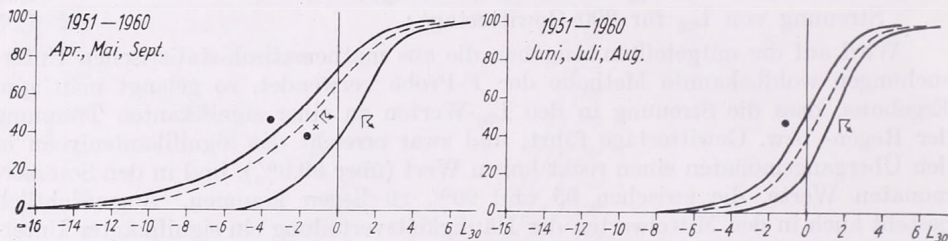


Abb. 3.: Häufigkeit-Summenkurven der Labilitätszahl für Regentage, Niederschlagstage und Gewittertage (00–03 GMT) für Budapest (OMI)

3. ábra: A labilitási számérték gyakorisági összeggörbéi esős, csapadékos és zivataros napokon (0–3 órákor) Budapesten (OMI)

tagen als 7, d. h., es ereignen sich, im Falle einer hohen Labilität, ausser den Gewittern, in geringerer Zahl, auch noch blosse Regenfälle. Demzufolge kann allein nur auf Grund des Vorhandenseins einer hohen Labilität selbst dann nicht mit Sicherheit auf das Zustandekommen eines Gewitters geschlossen werden, wenn auf Grund der synoptischen Lage mit Niederschlägen gerechnet werden muss. Vermutlicherweise sind weitere, sich auf die Gewitterelektrizität beziehende Untersuchungen erforderlich, um eine Antwort auf die Frage geben zu können, unter welchen Umständen Gewitter in einer labilen Wolke zustandekommen bzw. ausbleiben.

4. Im Sommerhalbjahr kommt es zeitweise auch vor, dass nach einem im Mitternachtsaufstieg gefundenen negativen Labilitätswert Gewitter auftreten, und zwar machen diese Fälle in den Übergangsmonaten 40% und in den Sommermonaten 28% aller Gewitterfälle aus. Will man die Gründe dieses Tatbestandes erkennen, so muss man es in Betracht ziehen, dass hier die mitternächtlichen Labilitätswerte mit solchen Gewittern verknüpft werden, welche erst am nachfolgenden Tag auftreten, und dabei ist die etwaige Aenderung der Zustandskurve in der Zwischenzeit nicht beachtet worden. Betreffs der Längendauer dieser Zwischenzeit wird durch Abb. 4. ein Aufschluss geboten, in der die Häufigkeitsverteilung der Zeitpunkte des Gewitterbeginns in Budapest dargestellt wird. Aus der Abbildung ist es ersichtlich, dass die grösste Häufigkeit des Gewitterbeginns keineswegs mit der Zeit der kräftigsten Erwärmung der bodennahen Luftschichten übereinstimmt, sondern eine Verspätung von 2 bis 4 Stunden aufweist, und selbst in den späten Abendstunden zwischen 22 und 24 Uhr noch eine bedeutende Gewitterneigung zu verzeichnen ist. Die geringste Zahl der Gewitter wurde in den Morgen- und Frühvormittagsstunden, von 4 bis 10 Uhr, beobachtet. Das Maximum um 16 bis 18 Uhr erfordert keine ausführlichere Begründung. Die thermische Umschichtung, die von den untersten Luftschichten auch auf höhergelegene Teile der Troposphäre

übergreift, führt nicht zur Zeit der kräftigsten Erwärmung, sondern mit einer Verzögerung von einigen Stunden zur Ausgestaltung der günstigsten Labilitätsverhältnisse. *A. Réthly* hat bei der Untersuchung des Tagesganges der Sommerniederschläge in Debrecen um 17 Uhr ein ebenfalls scharfes Maximum sowie um 20 Uhr eine auf das Vorhandensein eines sekundären Maximums hindeutende Häufigkeitszunahme gefunden [7]. Auch *Weizleder* berichtet über die Häufigkeit der abendlichen (nach 20 Uhr auftretenden) Gewitter [8] und erwähnt die hierfür von *Böhme* [9] und *Ficker* [10] gelieferten Erklärungen. Nach dem erstgenannten Forscher müssen die abendlichen Gewitter in den meisten Fällen durch das Auftreten einer Kälteadvекtion in der Höhe erklärt werden. Nach *Ficker* setzt sich die aus den unteren Luftschichten nach oben fortschreitende labile Umschichtung selbst noch im Zeitraum

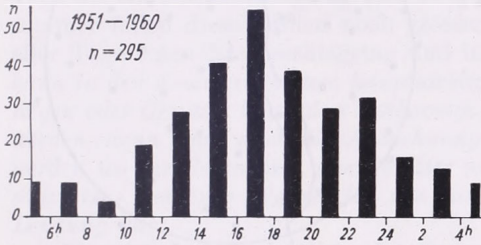


Abb. 4.: Häufigkeitsverteilung der Ausbruchzeit der Gewitter im Sommerhalbjahr zu Budapest (OMI)

4. ábra:

A zivatarok kezdetének gyakorisági eloszlása Budapesten (OMI) a nyári félévben

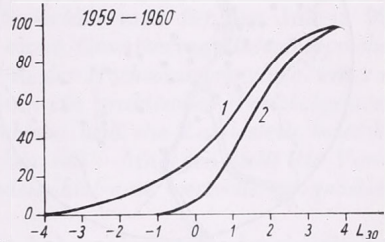


Abb. 5.: Häufigkeits-Summenkurven der Labilitätszahl an Gewittertagen in Budapest (OMI)

5. ábra: A labilitási számérték gyakorisági összeggörbéi zivataros napokon Budapesten (OMI): 1. 0–3 óra-
kor, 2. a zivartart megelőző 0–6 órában

fort, wo in Bodennähe schon die Abkühlung eintritt. Begegnet dieser thermische Umschichtungsvorgang oberhalb der unteren stabilen Schicht einer labilen Schichtung, so ergibt sich hieraus eine neue Auftriebskraft, wodurch eine Verschiebung der Gewittertätigkeit auf die Abend- oder Nachtstunden bewirkt wird. Wie ersichtlich, erfolgen die meisten Gewitter erst 16–20 Stunden nach der Feststellung der mitternächtlichen Zustandskurve, somit besteht die Möglichkeit für eine wesentliche Umgestaltung derselben Kurve in der Zwischenzeit. Um eine bessere Einsicht in diese Verhältnisse zu gewinnen, haben wir aus den Jahren 1959–1960 (für welche schon täglich 4 Radiosondenaufstiege zur Verfügung stehen) die Labilitätswerte der Gewittertage auch aus den letzten vor dem Gewitter durchgeführten Aufstiegen ermittelt. Bei diesem Vorgehen kann zwischen Labilitätsfeststellung und Gewitterausbruch ein Zeitraum von höchstens nur 6 Stunden vorhanden sein. Die Ergebnisse werden auf *Abb. 5* dargestellt. Dabei ergibt sich, dass negative Werte der Labilität zur Zeit von 00 bis 03 GMT zwar in 31% der Gewittertage, in den dem Gewitter vorangehenden 6 Stunden aber nur in 6% der Fälle vorhanden waren.

Es erscheint als sehr wahrscheinlich, dass unmittelbar vor dem Ausbruch eines Gewitters wohl in allen Fällen eine positive Labilität beobachtet werden müsste. Jedenfalls kann dieser Zusammenhang bei der Ausarbeitung einer Gewittervorhersage auf 24 Stunden nicht verwertet werden, doch erhält man hierdurch einen Hinweis auf die Wichtigkeit der Vorhersage von Änderungen in der Zustandskurve, einer Aufgabe, die heute noch recht viel Unsicherheit enthält.

In der Praxis werden Ergebnisse der aerologischen Aufstiege nicht nur zu Vorhersagen verwendet, die sich auf den Ort des Aufstieges beziehen, sondern sie sollen auch für eine weitere, wenn auch nicht ganz scharf abgegrenzte Umgebung des Auf-

stiegsortes ihre Gültigkeit behalten. Nun ist es eine wichtige Frage, was für eine räumliche Ausdehnung dem Gebiete zukommt, für welche die Ergebnisse eines Radiosondenaufstieges noch als verwendbar betrachtet werden können. Im Nachfolgenden soll es untersucht werden, in wie weit die gefundenen Labilitätswerte zu Zwecken einer Gewittervorhersage für die nähere und fernere Umgebung des Aufstiegsortes verwendet werden können. Diese Untersuchung wurde auf Grund des

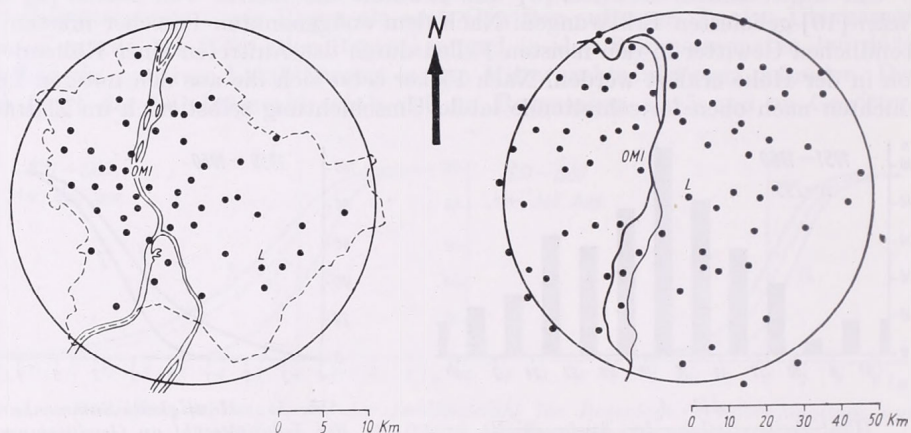


Abb. 6.: Beobachtungsnetz von Gross-Budapest und in der Umgebung mit einem Radius von 50 km von Budapest-Lörinc (OMI-Zentralstelle des Meteorologischen Instituts, L-Aerologisches Observatorium Budapest-Lörinc)

6. ábra: Nagy-Budapest és Budapest-Lörinc 50 km-es körzetének állomáshálózata (OMI = a Meteorológiai Intézet központi észlelő állomása, L = a Budapest-Lörinc-i Aerológiai Observatórium)

aus den Jahren 1955—1959 stammenden Materials vorgenommen. Um die Unterscheidung zwischen Regentage und Gewittertage durchzuführen, wurden folgende Angaben herangezogen (Abb. 6):

1. Beobachtungen an der Zentralstelle der Ungarischen Landesanstalt für Meteorologie (OMI).
2. Beobachtungen an den 54 meteorologischen Stationen des Beobachtungsnetzes von Gross-Budapest (Bp).
3. Angaben von 85 Beobachtungsstellen in einer Umgebung von 50 km des Aerologischen Observatoriums (50 km).
4. Angaben von 900—1100 Beobachtungsstellen des Landesgebietes (M).

TABELLE II. — II. TÁBLÁZAT

Zahl der Regentage und Gewittertage, 1955—1959.

Az esős és a zivataros napok száma. 1955—1959.

Monat Hó	IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		IV—IX.		Σ
	●	☉	●	☉	●	☉	●	☉	●	☉	●	☉	●	☉	
OMI	74	10	55	32	45	35	41	42	47	30	40	5	302	154	456
Bp	75	22	49	51	41	64	31	71	37	59	48	18	281	285	566
50 km	74	32	33	74	24	90	19	100	29	79	49	30	228	405	633
M	80	69	43	110	6	138	11	143	13	137	61	69	214	666	880

Die Zahlen der Regen- und Gewittertage befinden sich in *Tabelle II*. Wie aus der Tabelle ersichtlich, erfolgt im Sommerhalbjahr mit der Erweiterung des Beobachtungsgebietes eine Zunahme in der Gesamtzahl der Niederschlagstage, eine Abnahme der Regentage, und eine entsprechende gewaltige Erhöhung der Gewittertage. Im Juli konnte z. B. für die Zentralstelle in 51%, für das Gebiet von Gross-Budapest in 70%, und für einen Umkreis von 50 km bereits in 84% aller Niederschlagstage eine Gewittertätigkeit festgestellt werden.

Bei einer weiteren Erweiterung des Beobachtungsgebietes wird der Anteil der Gewittertage noch mehr erhöht. In der letzten Zeile der *Tabelle II* findet man unter *M* die Zahl der Regen- und Gewittertage für das gesamte Landesgebiet Ungarns. Vor allem kann es festgestellt werden, dass im Sommerhalbjahr 96% aller Tage als ein Niederschlagstag und 73% als ein Gewittertag gelten. Für den Hochsommer fallen diese Zahlen noch grösser aus. So erhält man für den Juli in 99% aller Tage einen Niederschlagstag und in 92% einen Gewittertag. *Dementsprechend kann in den Sommermonaten, hauptsächlich aber in der Hochsommerperiode, einer auf Regen oder Gewitter lautenden Vorhersage nur dann ein praktischer Wert beigemessen werden, wenn dabei auch die Ausdehnung des Gebietes bzw. die Landesteile bezeichnet werden wo der Regen bzw. das Gewitter niedergehen soll; hingegen stellt die Vorhersage eines trockenen Wetters für das ganze Landesgebiet eine wertvolle prognostische Leistung dar.*

Nun ist es offensichtlich, dass bei einer so hohen Gewitterwahrscheinlichkeit die Errechnung des Labilitätswertes keine wesentliche Hilfe bei der Ausarbeitung der Gewittervorhersagen für das gesamte Landesgebiet abgeben kann. Dementsprechend befassen wir uns im Nachfolgenden mit einem engeren Gebiet: mit der bis zur Landesgrenze sich erstreckenden Umgebung der Stadt Budapest von 50 km Radius, und möchten ermitteln, in wie weit ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Labilitätswerten und der Gewittertätigkeit auf dem genannten Gebiete bestehen dürfte. In der *Tabelle III* werden für verschiedene Werte der Labilitätsgrösse L_{30} die Zahlen der Gewittertage in Prozenten der Zahlen der Niederschlagstage angegeben. Man findet, dass bei einer Zunahme des Wertes L_{30} eine Erhöhung der Gewitterwahrscheinlichkeit eintritt. Bei dem selben Wert der Labilität L_{30} besteht im Sommer eine grössere Gewitterwahrscheinlichkeit, als in den Übergangsmonaten. Die Angaben dieser Tabelle können, bei einer gründlichen Erwägung der momentanen synoptischen Lage, zur Ergänzung der Gewittervorhersage benützt werden. So findet man z. B., dass im Falle $L_{30} \cong 1$ im Sommer die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Gewitters an einer vorgegebenen einzigen Beobachtungsstelle (OMI) 64%, für das Stadtgebiet von Budapest 76%, und für eine Um-

TABELLE III. — III. TÁBLÁZAT

Gewitterwahrscheinlichkeit und Gewitterdichte, 1955—1959.

Zivatarvalószínűség és zivatarsűrűség, 1955—1959.

Monat — Hó	L_{30}	6,9—	4,9—	2,0—	0,9—	-1,1—	-3,1—	-5,1—	-7,1—	-9,1—	-11,1—	
		5,0	3,0	1,0	-1,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	-11,0	-13,0	
		Gewitterwahrscheinlichkeit, % — Zivatarvalószínűség, %										
IV., V., IX.	OMI	100	50	54	25	19	15	0				
	Bp.	100	58	60	38	29	44	12	0			
	50 km	100	69	75	51	41	54	18	21	9	0	
VI., VII., VIII.	OMI	100	75	64	39	33	25	0				
	Bp.	100	88	76	58	57	39	0				
	50 km	100	90	85	81	75	53	17	0			
		Gewitterdichte, % — Zivatarsűrűség, %										
IV—IX.	Bp.	49	24	31	22	19	14	11	3	2		
	50 km	60	21	26	16	16	11	8	6	1	1	

gebung von 50 km Radius mehr als 85% beträgt, unter der Voraussetzung, dass nach der synoptischen Lage überhaupt ein Niederschlag zu erwarten sei. Sinkt der Wert des L_{30} unterhalb -5 , so besitzt die Gewitterwahrscheinlichkeit sowie im Stadtgebiet als auch in einer Umgebung von 50 km Halbmesser einen geringen Wert (unter 20%). Für eine vorangegebene Beobachtungsstelle (OMI) kann in solchen Fällen mit völliger Gewitterfreiheit gerechnet werden.

Werden die Gewittermeldungen der Beobachtungsstellen nach Werten des L_{30} gruppiert und in jeder Gruppe die Zahl der Meldungen durch die Zahl der entsprechenden Gewittertage dividiert, so erhält man die sogenannte *Gewitterdichte*, d. h. die tägliche Durchschnittszahl der Gewittermeldungen im Beobachtungsnetz. Diese Zahl, welche eine charakteristische Grösse für die Gewittertätigkeit darstellt, wird

TABELLE IV. — IV. TÁBLÁZAT

Zahl der Tage in Prozenten der Niederschlagstage, Budapest, 1951—1960.

A zivataros napok száma a csapadékos napok százalékában Budapesten, 1951—1960.

R mm L_{30}	ny— 1,5	1,6— 4,0	4,1— 10,0	10,1— 25,0	25,1— 65,0	65,1— 100,0	n
6,9 — 5,0	100	100		100			6
4,9 — 3,0	48	57	71	86	100	100	59
2,9 — 1,0	36	54	87	79	89		220
0,9 — -1,0	21	46	52	52	61	100	278
-1,1 — -3,0	8	31	38	45	50		178
-3,1 — -5,0	9	20	25	14	100		86
-5,1 — -13,0	0	0	0	0			124
n	598	136	116	75	24		951

in Prozenten der Gesamtzahl von Beobachtungsstellen ausgedrückt. Nach Tabelle III kann bei einer Zunahme der Labilitätszahl eine Erhöhung der Gewitterdichte in beiden Beobachtungsnetzen festgestellt werden. Allerdings ergibt sich im weiteren Beobachtungsnetz (50 km) bei demselben Wert des L_{30} eine geringere Prozentzahl der Gewittermeldungen, als dies im Falle des budapester Netzes der Fall ist. Die Angaben dieser Tabelle können zur Vorhersage der Gewitterdichte („vielerorts Gewitter, an einigen Stellen Gewitter“ usw.) verwendet werden. Dabei kann festgestellt werden, dass die aus Radiosondenaufstiegen ermittelten Labilitätswerte noch in einem Umkreise von 50 km eine gute Repräsentativität besitzen.

Endlich können zur Kennzeichnung der Intensität der Gewitter noch die täglichen Niederschlagssummen, und für eine feinere Beurteilung derselben noch die Werte der Niederschlagsintensität herangezogen werden. In dieser Arbeit soll nur auf die erstere Aufgabe eingegangen werden, weil diese in einfacherer Weise gelöst werden kann. Auf Grund von zehnjährigen Beobachtungen des OMI wurden die Niederschlagstage des Sommerhalbjahrs nach den Werten von L_{30} und nach dem Betrag der täglichen Niederschlagssumme gruppiert und in jeder Gruppe die Zahl der Gewittertage in Prozenten der Zahl der Niederschlagstage errechnet (*Tabelle IV*). Die verwendeten Intervalle für den Betrag des Niederschlages weisen eine logarithmisch gehaltene Erweiterung in der Richtung zu höheren Niederschlagswerten auf. Durch einen Vergleich zwischen den Spalten dieser Tabelle kann festgestellt werden, dass mit einer Abnahme der Labilitätszahl auch eine Senkung der Relativzahl der Gewitter einhergeht. Aus den waagerechten Reihen der Tabelle ergibt sich, dass bei jedem Wert von L_{30} unter den Tagen mit einem höheren Niederschlagsertrag auch eine relativ höhere Zahl von Gewittertage vorhanden war, im Vergleich zu Tagen mit geringeren Niederschlagsbeträgen. In der Tabelle findet man einen zahlenmässigen Beleg dafür, dass Gewittertage gleichfalls durch einen hohen Labilitätsgrad und durch einen bedeutenden Niederschlagsbetrag gekennzeichnet werden und im Laufe von 10 Jahren Werte von L_{30} , die grösser als 5, und

Werte der Niederschlagssumme, die grösser als 65 waren, ausschliesslich nur bei Gewitter vorgekommen sind.

Auf Grund dieser Bearbeitung konnte ein Zusammenhang zwischen dem Betrag des Labilitätswertes und der täglichen Niederschlagssumme nicht gefunden werden. Bedeutende Niederschläge ergaben sich auch bei negativen Werten des L_{30} , wogegen eine hohe Labilität zeitweise mit nur geringen Niederschlagsmengen gekoppelt war. Die letzte Reihe und die letzte Spalte der Tabelle enthält die Absolutzahlen von Niederschlagstagen, die einer gewissen Grössenklasse des Niederschlagbetrages bzw. der Labilität entsprechen.

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden :

An Hand des verwendeten Labilitätswertes L_{30} dürfen die Regentage und die Gewittertage des Sommerhalbjahrs signifikant von einander getrennt werden. Diese Grösse ist dazu geeignet, die Gewitterwahrscheinlichkeit an der Beobachtungsstelle und in einem Umkreis von 20 bis 50 km unter der Voraussetzung einer erfolgreichen Niederschlagsbildung hervorzusagen. Es wurde gefunden, dass im Fall einer angegebenen Labilitätszahl L_{30} mit einer Erweiterung des Vorhersagegebietes eine Zunahme der Gewitterwahrscheinlichkeit einhergeht. Bei Zunahme der Labilitätszahl ist in der Umgebung der Aufstiegsstelle auch eine Zunahme der Gewitterdichte zu verzeichnen. Zwischen dem Betrag des gefallenen Niederschlages und den Wert der Labilitätszahl konnte kein Zusammenhang ermittelt werden.

Die prognostische Verwendbarkeit der Labilitätsenergie wird im Falle von einer wenigstens 24 Stunden umfassenden Gültigkeitsdauer dadurch vermindert, dass in der zwischen Messung und Gewitterausbruch verfloßenen Zeit eine wesentliche Veränderung in der Zustandskurve eintreten kann. In der Arbeit wird auf Grund des Materials aus den zwei Jahren, in welchen Aufstiege in einer grösseren zeitlichen Dichte zur Verfügung standen, auf die Wichtigkeit einer Vorhersage der Umgestaltungen der Zustandskurve hingewiesen.

SCHRIFTTUM — IRODALOM

- [1] *Bartlett, L. W.—Lamp, W.* : Gewittervorhersage in Deutschland. Met. Rundschau. 15. 53 (1962).
- [2] *Similä, A.* : Über Gewitterbildung und Gewittervorhersage besonders in Skandinavien. Mitt. Met. Zentr. Helsinki. No 38. (1955).
- [3] *Simpson, G. C.—Scrase, F. J.* : The Distribution of electricity in thunderclouds. Proc. Roy. Soc., A. (1937).
- [4] *Simpson, G. C. — Robinson, G. D.* : The Distribution of electricity in thunderclouds II. Proc. Roy. Soc., A. (1941).
- [5] *Rossi, V.* : Aerologische Untersuchungen über die Feuchtlabilität der Luft in Finland besonders in Gewitter- und Schauerwetterlagen. Soc. Scient. Fennica. Comp. Phys. Math. 10. 16. (1942).
- [6] *Jones, R. F.* : The temperatures at the tops of radar echoes associated with various cloud systems. Quart. J. Roy. Met. Soc. 76. (1950).
- [7] *Réthly, A.* : Debrecen csapadékviszonyai. OMI Hivatalos Kiadványa. Magyarországi Éghajlata 4. szám. 1945.
- [8] *Weissleder, R.* : Über den Zusammenhang zwischen Labilitätsenergie und Gewitterbildung in den Nordalpen. Archiv f. Met. Geoph. u. Bioklimat. A. B. II. 119—126. (1950).
- [9] *Böhme, G.* : Der aerologische Zustand der Atmosphäre bei Gewitterlagen. Z. angew. Meteorol. 1934. 273.
- [10] *Ficker, H. v.* : Über die Entstehung lokaler Wärmegewitter. S. B. preuss. Akad. Wiss. phys. math. Kl. 16. 197. (1932).

*

AZ IZOTERMA-SZINTEKEN MÉRT LABILITÁSI ENERGIÁRÓL

A dolgozat a labilitási energia jelentőségét vizsgálja a zivatarok előrejelzésénél. Valamely nap labilitási jellemzőjét a 0—3 óra között végzett légállapotmérésből, esős, illetőleg zivataros jellegét pedig a 7 órát követő 24 óra megfigyeléseiből állapít

tottuk meg. A labilitás jellemzésére a Similä által bevezetett labilitási faktort [2] választottuk azzal a módosítással, hogy a labilitási számértéket nem az önkényesen megállapított 500 mb-os szinten, hanem felhőfizikai megfontolások alapján a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ izotermaszinten számítottuk ki. Az így módosított

$$L_{30} = 10 \frac{T_f^{30} - T^{30}}{T_j^{30} - T_i^{30}}$$

labilitási számérték (1. ábra) kiszámítására egyszerű nomogram (2. ábra) szolgál.

Az L_{30} értékei szerint csoportosított esős és zivataros napok száma szerint (I. táblázat) Budapesten az L_{30} szignifikánsan választja szét a nyári félév esős és zivataros napjait, értéktartománya zivataros napokon szűkebb, mint esős napokon (3. ábra).

Olyan esetekben, amikor az L_{30} értéke éjjélkor nem nagyobb -5 -nél, a zivatarokat a csapadék előrejelzéséből kizárhatjuk. Magas pozitív labilitás esetén a zivatarokon kívül kisebb számban ugyan, de zivatar nélküli esők, negatív labilitás esetében pedig zivatarok is előfordulnak. A zivatarok kezdetének gyakorisága (4. ábra) arra mutat, hogy a zivatarok a labilitás megállapítását (0 óra) követően 16–20 óra múlva léptek fel legnagyobb gyakorisággal, az állapotgörbe átalakulására tehát meg volt a lehetőség. Az állapotgörbe előrejelzésének fontosságára mutat az 5. ábra. Eszerint negatív L_{30} értékek 0–3 órákor a zivataros napok 31%-ában, a zivatart megelőző 6 órában pedig ezeknek csupán 6%-ában fordultak elő. Nagyon valószínű, hogy a zivatar kitörésekor minden esetben pozitív labilitást észlelünk.

A dolgozat a továbbiakban azzal foglalkozik, hogy a labilitási energia reprezentatív értéke a vonatkoztatási terület nagyobbításával hogyan változik. A II. táblázat az esős és a zivataros napok számát mutatja Budapest egyetlen állomásán (OMI), 20 km-es körzetének (6. ábra) 54 állomásán (Bp), 50 km-es körzetének (6. ábra) 85 állomásán (50 km), végül Magyarország (M) 900–1100 állomásán végzett megfigyelések alapján. Látható, hogy a terület nagyobbításával a csapadékos napok száma, ezen belül pedig a zivataros napok számaránya nő. Mivel pl. nyár derekán Magyarországon az összes napok több, mint 90%-a zivataros nap volt, a nyári hónapokban országgrész megjelölése nélküli eső- és zivatarelőrejelzésnek prognosztikai értéke nincs. Annál értékesebb viszont az egész országra kiterjedő száraz idő előrejelzése.

A III. táblázat a zivataros napok számát a csapadékos napok számának %-aiban (zivatarvalószínűség) és a zivatarjelentések 1 napra eső számát (zivatarsűrűség) adja meg L_{30} különböző értékeinél. Végül a IV. táblázat a zivataros napok számát tünteti fel a csapadékos napok %-ában az L_{30} és a lehullott csapadék különböző értékközeiben. A táblázatokat a szinoptikus helyzetet is mérlegelve felhasználhatjuk a zivatarok előrejelzésére. Például ha az L_{30} értéke nem kisebb 1-nél, nyáron egyetlen állomáson 64%-nál, Budapest területén 76%-nál, 50 km-es körzetében pedig 85%-nál nagyobb valószínűséggel várhatunk zivatart, ha a szinoptikus helyzet szerint csapadékos idő következik be. Ha az L_{30} értéke -5 -nél kisebb, Budapest területén és 50 km-es körzetében kicsiny (20%-nál kisebb) a zivatarok valószínűsége, egy állomáson (OMI) pedig egyáltalában nem kell zivatarra számítanunk.

Általában a körzet nagyobbításával ugyanazon L_{30} érték mellett a zivatarvalószínűség növekedését tapasztaltuk. Az L_{30} növekedésével az aerológiai állomás körzetében a zivatarsűrűség is nőtt.

A lehullott csapadék mennyisége az L_{30} -cal nem mutatott egyértelmű kapcsolatot, de a IV. táblázat szerint a zivataros napot a magas labilitási érték és a nagy csapadék egyaránt jellemzi: 10 év alatt 5-nél nagyobb labilitási érték és 65 mm-nél nagyobb napi csapadékösszeg csak zivatarok kísérőjeként fordult elő.

Középhegységeink orografikus csapadékképző hatásának mennyiségi vizsgálata

Количественное исследование орографически обусловленного увеличения осадков в Среднегорьи Венгрии. Возрастание осадков, обусловленное орографическими причинами, при синоптических положениях, характерных для осадков, можно определить из данных об общей крутизне склонов, о горизонтальной скорости ветра на наветренных склонах и о средней удельной влажности в нижних 4 километрах. По величинам этих параметров для 43 синоптических положений построена номограмма для определения орографического возрастания осадков.

✱

A Quantitative Investigation on the Orographically Induced Increase in Precipitation Amounts Observed on Hungarian Mountains. The increase in precipitation amount caused by orographical effect under rainy weather conditions can be calculated from the data on the average slope, on the speed of the horizontal air-flow observed upstream of the mountain, and on the average value specific humidity in the 4 kilometers deep layer of the atmosphere. Using values of these quantities taken from 43 synoptical situations, a nomogram has been prepared for the computation of the orographically increased amounts of precipitation.

✱

Az orografikus csapadék mennyiségi meghatározása nem újkeletű probléma. Ennek ellenére az egyes szerzők között alapvető kérdésekben is ellentétek mutatkoznak. *F. Pockels* [1] már 1901-ben figyelemre méltó elméletet dolgozott ki az olyan sinus-hullám alakú hegységek orografikus csapadékának meghatározására, melyeknek tetején kiterjedt fennsík van. *Pockels* elméleti modelljének megszerkesztésekor *J. Hann* [2] azon tapasztalatára támaszkodott, amely szerint az orografikus csapadék maximuma a luv-oldali lejtő közepén alakul ki. Ez a tapasztalat azonban csak egyes hegységek esetében bizonyul helytállónak.

F. Spinnangr [3] 1942-ben végeztet vizsgálatai szerint a norvégiai széles hegyláncokon az orografikus csapadék maximuma valóban a luv-oldali lejtő közepénél alakul ki. A Hawaii-szigeteken levő keskeny hegyláncon [4] viszont a maximális orografikus csapadék zónája a hegygerinchez közel és vele párhuzamosan helyezkedik el. Sőt *A. Weinländer* [5] 1959-ben szinoptikus klimatológiai vizsgálatok során megállapította, hogy az Alpokban a maximális orografikus csapadék egybeesik a gerinevonallal.

Hazánkban *Róna Zs.* [6] 1923-ban és *Hajósy F.* [7] 1935-ben vizsgálta meg az orografikus csapadék eloszlását. *Róna* elméleti megfontolások alapján lineáris függvénykapcsolatot állított fel a hegyen átáramló levegő sebessége, nedvessége, a lejtő hajlása és a kihullott csapadék mennyisége között. *Hajósy* az immár több évtizeden át folyt csapadékmérések adataiból vont le azt a következtetést, hogy középhegységeinknél az orografikus csapadék mennyisége együtt növekszik a hegység magasságával. Korábbi vizsgálatunk [8] eredménye, mely megerősíti *Hajósy* tapasztalatát, a következőképpen foglalható össze: a maximális orografikus csapadék középhegységeinknél az esetek legnagyobb részében a *hegygerinc körül* alakul ki, mégpedig úgy, hogy az orografikus csapadék nagyobbik része a luv-oldalon hullik ki, a lee-oldalon viszont a csapadékhullás erősen esökken.

A magyarországi középhegységekre tehát a *Pockels*-féle elmélet nem érvényes. Bizonyos mértékig kivétel a Bükk-hegység, melynek keresztmetszete legjobban megközelíti a sinus-hullámot. Orografikus csapadékának eloszlása annyiban hason-

lít a Pockels-féle eloszláshoz, hogy itt a luv-oldali lejtő *közepénél* növekszik leggyorsabban a csapadék. Abban viszont már eltér, hogy innen a fennsík pereme felé, ha egészen kismértékben is, de *tovább növekszik*. Többi középhegységeink térségében az orografikus csapadék a hegygerincig *egyenletesen* növekszik. A Bükk-hegység orografikus csapadékának a többi hegységünkétől elütő alakulásában a hegység alakján kívül bizonyára az sem jelentéktelen tényező, hogy a Bükk tömege egyúttal hazánk legkiterjedtebb, 700 m-es tengerszintfeletti magasságot meghaladó területe.

Jelen vizsgálatunk 43 szinoptikus helyzet elemzésére terjedt ki. Az egyes időjárás helyzetek elemzése során kitűnt, hogy jellegzetes orografikus csapadékképződés középhegységeinknél akkor indul meg, ha a Kárpát-medencében a 700 mb-os szintet is elérő depresszió van. Ilyen helyzetben a talajközeli és a magassági áramlás tartósan azonos irányú és közel merőleges a hegység gerincevonalára (Bakony, Pilis, Börzsöny, Mátra, Bükk vonala). Ilyenkor a 700—1000 méteres csúcsmagasságú középhegységeink csapadékkiváltó hatása az idő szerint integrálódva szembetűnőbben mutatkozik, mint frontátvonuláskor, vagy zivatarok esetén.

Az orografikus csapadékmennyiség *elméleti úton* történő meghatározását több tényező nehezíti meg. A legtöbb esetben alig ismeretes az egyes hegységek körzetében a felhő alsó szintjének magassága, a kondenzációs réteg vastagsága, a réteg alsó határán belépő és felső határán eltávozó vízgőz mennyisége és a hegy által kényszerített feláramlásnak a csapadékképződés zónáját is elérő függélyes sebessége. A probléma megoldására empirikus közelítés ad lehetőséget.

Elméleti vizsgálatokból [9] ismeretes, hogy a keletkezett csapadék mennyisége arányos a levegő nedvességének és függélyes sebességének szorzatával. Ezt az állítást jelen problémánkra alkalmazva feltesszük, hogy *az orografikus csapadék mennyisége arányos az orografikus függélyes sebesség és az alsó légréteg nedvességtartalmának szorzatával*. Az orografikus csapadék mennyiségi meghatározásához tehát szükség van a hegyen átáramló levegő sebességének, a hegy átlagos emelkedésének és az alsó légrétegek nedvességtartalmának ismeretére.

A hegyen átáramló levegő sebességének meghatározását úgy végeztük, hogy előállítottuk azokat az eredő szélutakat, melyek az egyes 24 órás csapadék-eloszlásokban az orografikus különbségeket okozták. Az eredő szélutak meghatározása a következőképpen történt: a 43 szinoptikus helyzetben a 3 óránként megszerkesztett szinoptikus térképekből az észlelt szélesebességek és a talajközeli izobárok futása alapján meghatároztuk egyes hegyeinkre külön-külön 3 órás időszakra a légáramlás irányát és erősségét. Ezután az óránkénti szinoptikus jelentésekből meghatároztuk a csapadékhullás időtartamát. A csapadékos időszakban észlelt szeleket szinoptikus helyzetenként, egyes hegyekre külön-külön vektoriálisan összegeztük. Így megkaptuk egy-egy szinoptikus helyzeten belül azt az eredő szélutakat, mely a csapadékhullás időtartama alatt a hegy környezetére jellemző volt és amely legközelebbi kapcsolatban van a hegység területén az orografikus csapadék mennyiségével és eloszlásával. Ezután az azonos vagy legalábbis hasonló szélirányú időjárás helyzetekben a lehullott csapadékot és szélutakat összegeztük. Az adott szélirányhoz tartozó szélútnak és a csapadékhullás időtartamának hányadosa a szélirányhoz tartozó átlagos szélesebességet adja meg.

Az orografikus függélyes sebesség meghatározásához a hegyen átáramló levegő sebességén kívül elegendő a hegy átlagos emelkedésének figyelembevétele. Korábbi vizsgálatunk [8] szerint ugyanis az orografikus csapadék egyenletes eloszlása arra mutat, hogy az egyes meredek gerinceknél fellépő 2—3 m/sec-os orografikus függélyes sebességek a csapadékképződés zónájába (2—4 km) nem jutnak fel. Az orografikus csapadéktöbblet meghatározásához a hegy átlagos emelkedését kell

kiszámítanunk. Az átlagos emelkedés égtájak szerinti meghatározását a következő képlet alapján végeztük:

$$\overline{\nabla h} \approx \frac{\delta h}{\delta n},$$

ahol δh a hegycsúcs magassága km-ben, δn a 200 m-es tengerszint feletti magasság izohipszájának a hegycsúcstól való távolsága km-ben. Középhegységeink $\overline{\nabla h}$ átlagos emelkedését a hegycsúcstól számítva különböző égtájak irányába az alábbi táblázat szemlélteti:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bakony	0,046	0,025	0,021	0,022	0,012	0,018	0,038	0,066
Pilis	0,104	0,034	0,037	0,043	0,019	0,028	0,058	0,042
Börzsöny	0,065	0,053	0,040	0,042	0,052	0,052	0,067	0,063
Mátra	0,050	0,073	0,055	0,117	0,103	0,086	0,031	0,038
Bükk	0,032	0,037	0,034	0,038	0,033	0,031	0,033	0,037

A hegy által kényszerített függélyes sebesség meghatározásához a hegy előtti területen levő \bar{V} horizontális szélesség és a hegy $\overline{\nabla h}$ átlagos emelkedése szükséges. A $\bar{V} \cdot \overline{\nabla h}$ szorzat megadja azt a kényszerített orografikus függélyes sebességet, mely a hegyprofil közelében keletkezik. Ennek a feláramlásnak csak egy része fog feljutni a csapadékképződés zónájába. A feláramlás egyik részét a hegységeink többnyire kúp alakú csúcsainak környezetében fellépő leáramlások egyenlítik ki, másik része a hegy fölötti áramlási sebesség növelését idézi elő. Ezt bizonyítja az is, hogy a hegyprofil közelében keletkezett 0—100 cm/sec-os orografikus függélyes sebességek óránként átlagosan csak 0—3 mm csapadéktöbbletet váltanak ki. Ezen értékeket a csapadék mennyiségi vizsgálatának korábbi eredményeivel [10] összehasonlítva arra a következtetésre jutunk, hogy a hegy átlagos emelkedése által kényszerített függélyes mozgás a csapadékképződés zónájába a labilitási viszonyoktól függően kb. 1/7—1/10-ére csökkent sebességgel ér fel.

A harmadik tényező, mely szükséges az orografikus csapadék mennyiségi meghatározásához, az alsó 3—4 km-es légréteg nedvességi állapota. Az alsó légréteg nedvességi állapotának jellemzésére a legmegfelelőbb nedvességi paraméternek a talajtól 4 km-ig terjedő légréteg átlagos specifikus nedvességét találtuk. Az átlagos specifikus nedvességet a következő képlet alapján határoztuk meg:

$$\bar{q} = \frac{1}{4} (q_0 + q_{850} + q_{700} + q_{600}),$$

ahol

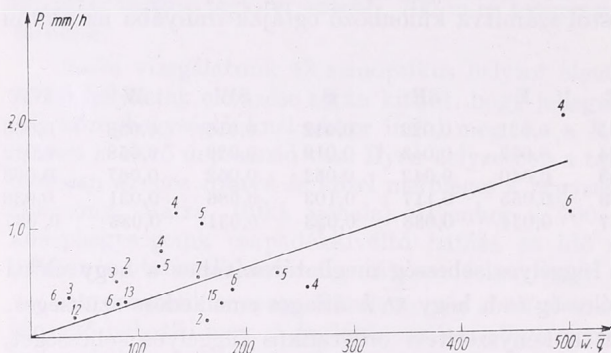
$$q_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i$$

Itt q_i a hegytől az eredő szél irányában levő terület specifikus nedvessége, melyet a közeli szinoptikus állomáson a csapadékos időszak alatt mért hőmérséklet és harmatpont adatok alapján határoztunk meg, n a csapadékos órák száma, q_{850} , q_{700} és q_{600} a főizobárszinteken a budapesti magassági légállapotmérések adataiból számított specifikus nedvesség értékei.

Az orografikus csapadékképződés mennyiségi vizsgálatához szükséges három legfontosabb tényezőnek a meghatározása és ezen tényezőknek konkrét szinoptikus helyzetekben történő kiszámítása után a 43 szinoptikus helyzetben ugyanezen tényezőknek az orografikus csapadék mennyiségével való összefüggését is megállapíthatjuk.

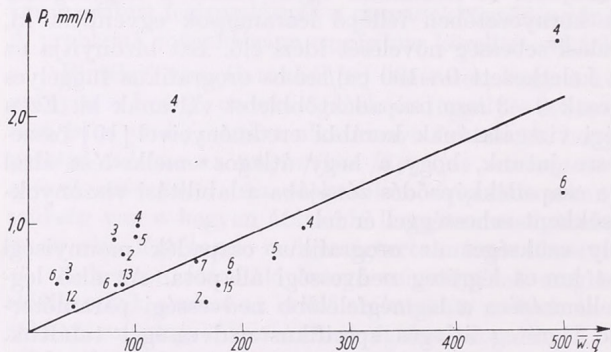
A hegy előtti térségben mért horizontális szélesebességnek és az alsó 4 km-es

légréteg átlagos specifikus nedvességének az orografikus csapadékkal való empirikus kapcsolatát középhegységeinkre a hegy luv-oldalának közepére és a hegytetőre határoztuk meg. A luv-oldal közepére vonatkozó összefüggést az 1. ábra szemlélteti. Az ábra abszcissza tengelyén a $\bar{w} \cdot \bar{q}$ szorzatot, az ordinátán az orografikus csapadék mm/órában kifejezett értékét tüntettük fel. A pontok melletti



1. ábra. Az orografikus csapadék kapcsolata a függőleges sebesség és a specifikus nedvesség szorzatával középhegységeink luv-oldalán

Fig. 1 : Relation of the orographic precipitation to the product of the vertical velocity and the specific humidity for the windward side of the Hungarian Central Mountains



2. ábra. Az orografikus csapadék kapcsolata a függőleges sebesség és a specifikus nedvesség szorzatával középhegységeink tetején

Fig. 2 : Relation of the orographic precipitation to the product of the vertical velocity and the specific humidity for the top of the Hungarian Central Mountains

számok az egyes hegységekre azonos irányú eredő szélút esetén végzett csapadék meghatározások számát tüntetik fel. A 2. ábra hasonló elrendezésben a hegytetőre vonatkozó $\bar{w} \cdot \bar{q}$ szorzatnak és az orografikus csapadéknak a kapcsolatát szemlélteti. A két szórásdiagramból látható, hogy míg a luv-oldal közepénél a $\bar{w} \cdot \bar{q} = 500$ -as értékhez 1,55 mm/óra tartozik, addig a hegytetőnél 2,14 mm/óra. A szórásdiagramok alapján a következő regressziós egyenleteket írhatjuk fel:

$$P_{\text{luv-oldal}} = \frac{1}{323} \bar{V} \cdot \bar{\nabla} h \cdot \bar{q},$$

$$P_{\text{hegytető}} = \frac{1}{234} \bar{V} \cdot \bar{\nabla} h \cdot \bar{q}.$$

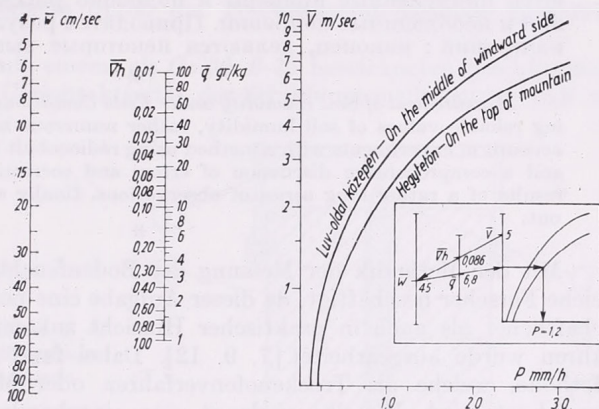
A regressziós egyenletek 1/323 és 1/234 arányossági tényezői a figyelembe nem vett tényezők átlagértékét és az átszámítási tényezőket tartalmazzák.

Ezen egyenletek alapján nomogramot készíthetünk (3. ábra), amelynek segítségével az orografikus csapadéktöbbség mm/órában kifejezett értéke könnyen meghatározható.

A nomogram alkalmazását egy számszerű példán mutatjuk be. Határozzuk meg, hogy a Mátra legmagasabb csúcsán, a Kékestetőn, csapadékos helyzetben 5 m/sec-os SW irányú légáramlás esetén hány mm-rel több csapadék hullik óránként, mint a Mátra környezetében, ha az alsó 4 km-es légréteg átlagos specifikus nedvessége 6,8 g/kg. A táblázat és a nomogram segítségével megállapítható, hogy ilyen helyzetben a Mátra délnyugati profilja közelében 45 cm/sec-os

3. ábra. Nomogramm az orografikus csapadék meghatározásához

Fig. 3: Nomogram to determine the orographic precipitation



kényszerített feláramlás keletkezik. Az ily módon számított függélyes sebesség és a nedvességi paraméter segítségével a nomogrammon a számítást folytatva azt kapjuk, hogy a Kékestetőn 1,2 mm-rel hullik óránként több csapadék, mint a Mátra környezetében.

A nomogram, amelyet Tóth Pál, az Országos Meteorológiai Intézet tudományos munkatársa volt szíves megszerkeszteni, főleg olyan szinoptikus helyzetben szolgáltat helyes eredményt, amikor az ország nagyobb részére kiterjedő csapadék-hullás több órán keresztül tart. Ilyen szinoptikus helyzet rendszerint az ún. V/b. ciklonnak a Kárpát-medence fölötti átvonulásakor alakul ki. Bár az V/b. helyzetek nem túl gyakoriak, Magyarország csapadékának jelentős hányada ilyen helyzetekben hullik, ezért részletes vizsgálatuk nagyon is indokolt.

IRODALOM

- [1] Pockels, F.: Zur Theorie der Niederschlagsbildung an Gebirgen. Annalen der Physik. 1900. S. 459—480.
- [2] Hann, J.: Handbuch der Klimatologie. 3. Aufl. Bd. 1. S. 270.
- [3] Spinnangr, F.: Synoptic studies on precipitation in southern Norway. Met. Annalen. 1942. p. 323—356.
- [4] Godske, C. L., Bergeron, T., Bjerknes, J., Bundgaard, R. C.: Dynamic Meteorology and Weather Forecasting. 1957. Boston.
- [5] Weinländer, A.: Niederschlag und Geländegestaltung. Met. Rdsch. 1959. S. 120—128.
- [6] Róna Zs.: Volumenvermehrung adiabatisch aufsteigender Luft. Met. Zeitschrift. 1923. S. 39—47.
- [7] Hajósy F.: Csapadékmennyiség és tengerszint feletti magasság. Időjárás. 1935. 126—134. o.
- [8] Szepesi D.: Die orographische niederschlagsbildende Wirkung der Gebirge des Karpatenbeckens. Időjárás. 1960. 144—152. o.
- [9] Kuhn, P. M.: A generalized study of precipitation forecasting. Part 2. Monthly Weather Review. 1953. vol. 81. No. 8. 222—232.
- [10] Bannon, K. J.: The estimation of large-scale vertical currents from the rate of rainfall. Q. J. R. M. S. 1948. vol. 74. 56.

Messung der Bodenfeuchtigkeit mit Hilfe von Radiocobalt

Измерение влажности почвы в полевых условиях с помощью радиоактивного кобальта. Для точного определения влажности почвы уже известны многочисленные методы. В работе излагаются опытные измерения, произведенные автором с использованием радиоактивного кобальта. Описываются примененные приборы и подробно рассматриваются ошибки измерений и необходимые поправки. Приводятся результаты одного длинного ряда измерений ; наконец, делаются некоторые выводы из экспериментов.

*

Measurement of Soil Humidity under Field Conditions by Using Radiocobalt. For obtaining reliable values of soil humidity, rather numerous methods are already available. An account of experiments with a method using radiocobalt is given. Instruments are described and a comprehensive discussion of errors and corrections follows. After presenting the results of a rather long series of observations, finally some empirical advices are pointed out.

*

Mit der Methodik der Messung der Bodenfeuchtigkeit haben sich schon zahlreiche Forscher beschäftigt, da dieser Aufgabe eine hohe Bedeutung sowie in wissenschaftlicher als auch in praktischer Hinsicht zukommt. Eine Reihe von Messverfahren wurde ausgearbeitet [7, 9, 12]. Dabei fand grösste Verbreitung diejenige Methode, welche als Trockenofenverfahren oder Methode der Bodenbohrung bezeichnet wird. Dieselbe verlangt eine eingehende Kleinarbeit, doch kann auf diesem Wege der Feuchtigkeitsgehalt der erhaltenen Bodenproben mit grosser Genauigkeit festgestellt werden. Ein Nachteil des Verfahrens besteht darin, dass man, infolge der im Laufe der Probenentnahme erfolgenden Beeinflussung der Bodenstruktur, die Messung an der gleichen Stelle nicht unter gleichen ungestörten Verhältnissen wiederholen kann, wodurch man dazu geführt wird, bei einer eingehenderen Untersuchung der Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse auch noch auf die in den Messangaben auftretende räumliche Streuung achten zu müssen [8].

Mit der Frage der Probenentnahme und mit der Ausarbeitung eines Messverfahrens, durch welches die ursprüngliche Bodenstruktur nicht gestört wird, haben sich ebenfalls zahlreiche Forscher beschäftigt. Die verschiedenen Methoden können in folgende Gruppen eingeteilt werden [2]:

a) Für eine Gruppe der Messverfahren ist es kennzeichnend, dass irgendwelche *mechanische* Eigenschaften des Bodens gemessen, bzw. registriert werden, namentlich Saugspannung, Dampfdruck, osmotischer Druck, Kompressibilität ;

b) *thermische Methoden* führen über den Umweg einer Messung der Leitfähigkeit, der Wärmekapazität, der Temperaturleitfähigkeit zur Feststellung der Bodenfeuchtigkeit, oder beruhen auf einer Messung aller thermometrischen Faktoren (*Tschudovski'sches Kriterium*) ;

c) in den *elektrischen Methoden* wird die elektrische Leitfähigkeit, bzw. der Ohmische Widerstand, oder die elektromotorische Kraft eines im Boden untergebrachten galvanischen Elektrodenpaares gemessen ;

d) *radioaktive Verfahren* beruhen auf den Zusammenhang zwischen der Abbremsung geschwinder Neutronen oder der Intensitätsabschwächung einer Gamma-Strahlung einerseits und den Bodenfeuchtigkeitsverhältnissen andererseits.

Trotz der grossen Zahl solcher Versuche, ist es noch nicht gelungen, eine vollkommen beruhigende Lösung für die Aufgabe der Bodenfeuchtigkeitsmessung zu finden. In den letzten Jahren konnte man besonders im Zusammenhang mit radioaktiven Messmethoden über vielversprechende Ergebnisse lesen [1, 5, 10]. Auf Grund derselben, und unter Rücksichtnahme auf die hierzulande zur Verfügung

stehenden Möglichkeiten, wurde mit unseren Laboratoriumsversuchen im Jahre 1959 begonnen. Über diese Versuche und der dabei gewonnenen Erfahrungen wurde bereits in Heft 3, Jahrg. 1961 des *Időjárás* ausführlich berichtet [6]; in der vorliegenden Arbeit soll eine Untersuchung über die feldmässige Verwendung des Verfahrens beschrieben werden.

Bei dieser Untersuchung handelte es sich darum, einen Vergleich zwischen parallelen Messresultaten anzustellen, welche einerseits durch das Verfahren der Gamma-Strahlen, und andererseits durch die Trockenkasten-Methode gewonnen wurden.

Die Messungen wurden mit einem, als *Co-60 B-35* bezeichneten geschlossenen Präparat vorgenommen. Die Gesamtaktivität der Strahlungsquelle betrug 18,8 mg

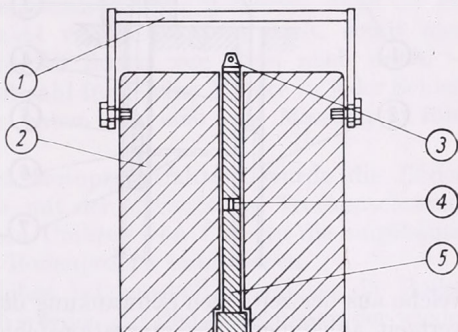


Abb. 1. Skizze des Isotopenbehälters. 1 — Handgriff, 2 — Bleihülle, 3 — Aufhängungspunkt, 4 — Strahlungsquelle, 5 — Sonde

1. ábra. Izotóptartó vázlat. 1 — hordozó fogantyú, 2 — ólomköpeny, 3 — felfüggesztés helye, 4 — sugárforrás, 5 — szonda

Ra. E. (gleichwertig mit 1 mC, d. h. 1,57 mg Radium). Die Energie der Gamma-Strahlung war 1,17—1,33 MeV. Halbwertszeit des Präparates 5,25 Jahre [13].

Nach den bestehenden Vorschriften [14] darf im Falle der Aufbewahrung eine Strahlungsquelle nur in einem solchen Behälter untergebracht werden, bei dem es gesichert ist, dass die Dosisleistung an der Oberfläche den Schwellenwert 2,0 mr/Stunde nicht übersteigt. Dementsprechend wurde — nach Ausführung der nötigen Berechnungen — unter der Beteiligung des Wiss. Mitarbeiters der Meteorologischen Zentralanstalt *J. Barát* in der mechanischen Werkstatt der Zentralanstalt der aus *Abb. 1* ersichtliche Isotopenbehälter hergestellt. Im Falle von Transportierung und während der Aufbewahrung wird durch die dickwandige Bleihülle ein genügender Strahlungsschutz geboten. Durch eine entsprechende Ausbildung der in vertikaler Richtung beweglichen Sonde konnte es ermöglicht werden, dass bei der Messung der Boden durch eine verhältnismässig enge Strahlengarbe durchstrahlt wird. Die Zahl der Impulse wurde mit Hilfe eines dekadischen Zählers (Decimal Scaler ORION-EMG-1872) ermittelt. Diese Einrichtung ist geeignet, eine Zählung von steilfrontigen Impulsen vorzunehmen, welche aus GM-Röhren oder Scintillationseinrichtungen herkommen.

Zur Feststellung der Impulse wurde eine normalausgeführte GM-Röhre mit einer Halogenfüllung (EMG 1881-3) verwendet. Um genau gleiche Messungszeiträume zu sichern, wurde eine Zeitschaltuhr (ORION-GOM 1892) angebracht.

Die geometrische Anordnung der Messungen erfolgte nach der Skizze an *Abb. 2*. Im Boden wurden, in einer gegenseitigen Entfernung von 30 cm, zwei PVC-Röhren in senkrechter Stellung untergebracht und an ihrem unteren Ende luftdicht verschlossen. Die Länge der Röhren betrug 1 m, ihr Durchmesser 40 mm. In der einen Röhre wurde ein GM-Gerät, in der anderen die Sonde mit der Strahlungsquelle untergebracht. Durch die Verwendung einer entsprechenden Aufhängeeinrichtung

wird dafür gesorgt, dass GM-Röhre und Sonde sich in gleicher Tiefe befinden. In dieser Weise kann eine beliebige Bodenschicht mit Gamma-Strahlen in horizontaler Richtung durchstrahlt werden.

Bei der Beobachtung eines radioaktiven Präparates mittels einer Zählröhre müssen gewisse Fehlergrenzen, bzw. Korrekturen in Betracht gezogen werden [4]. Darunter kommt in unserem Falle die grösste Wichtigkeit den Fehlerquellen zu,

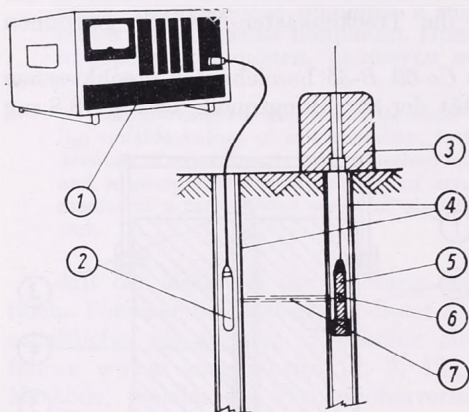


Abb. 2. Skizze der Messanordnung bei feldmässigen Versuchen. 1 — Zähler, 2 — GM-Röhre, 3 — Isotopenbehälter, 4 — PVC-Röhren, 5 — Sonde, 6 — Strahlungsquelle, 7 — Strahlengarbe

2. ábra. Terepen végzett kísérlet elrendezésének vázlata. 1 — számláló, 2 — GM-cső, 3 — izotóptartó, 4 — PVC csövek, 5 — szonda, 6 — sugárforrás, 7 — sugárnyaláb

welche aus der zeitlichen Schwankung der Strahlung, sowie aus dem von der Halbwertszeit abhängigen Desintegrationsfehler entstehen.

Der durch zeitliche Schwankungen der Strahlungsintensität hervorgerufene gewöhnliche Verteilungsfehler entspringt dem Umstande, dass die Zahl der aus dem Präparat emittierten Gammaquanten keine Konstante ist, sondern Schwankungen um einen Mittelwert unterliegt. Die Fehlergrenze wird durch die Poisson'sche Verteilungsfunktion angegeben. Der wahrscheinliche Fehler ϑ der gemessenen Impulszahl I beträgt

$$\vartheta = \pm \frac{67,45}{\sqrt{I}} [\%]. \quad (1)$$

Im Laufe der ausgeführten Messungen war die gesamte Impulszahl immer höher als 10 000, dementsprechend war der Betrag des Fehlers stets kleiner als $\pm 0,6745\%$.

Zur Zeit unserer Untersuchungen sind auch Schwankungen der Hintergrundstrahlung aufgetreten, demzufolge musste auch der Wert des zweifachen Verteilungsfehlers festgestellt werden. Bezeichnet man den auf den Hintergrund sich beziehenden Fehler mit ϑ_1 , den Fehler des Präparats mit ϑ_2 , so hat man für den wahrscheinlichen Gesamtfehler den Ausdruck

$$\vartheta_{1,2} = \pm \sqrt{\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2} [\%] \quad (2)$$

Somit wird der zweifache Verteilungsfehler in dem Falle einen niedrigen Wert aufweisen, wenn die Beobachtung auf der Wahrnehmung einer grossen Zahl von Impulsen beruht und die Hintergrundstrahlung dabei gering ausfällt. Die Wahl der verwendeten Strahlungsquelle wurde in der Weise getroffen, dass die Messgenauigkeit womöglich wenig durch Schwankungen der Strahlung oder des Hintergrunds in Mitleidenschaft gezogen werde.

Weiter müssen wir uns auch mit dem von der Lebensdauer des Isotops abhängigen Desintegrationsfehler beschäftigen. Wird die Strahlung eines radioaktiven Präparats vermessen, so kann die Zahl der während der Zeiteinheit sich zersetzenden Atome

dN_t/dt nicht bestimmt werden, sondern nur ein gewisser Bruchteil dieser Zahl, dI_t/dt . Dabei besteht zwischen beiden Grössen der Zusammenhang

$$dI_t/dt = K \cdot dN_t/dt, \quad (3)$$

wo der Proportionalitätsfaktor K einen Wert besitzt, der kleiner als die Einheit ist. Beträgt die Halbwertszeit T des Isotops einen Wert, der gross gegenüber des Beobachtungszeitraumes ist, so kann der Wert dI_t/dt praktisch als eine Konstante aufgefasst werden. Im Falle unserer Arbeiten erreichte die Beobachtungsdauer nicht einmal den Wert $T/100$, doch darf im Falle von längeren Messungsreihen welche sich auf mehrere Jahre erstrecken, das Auftreten dieser Fehlerquelle keineswegs vernachlässigt werden.

Die Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit mit Hilfe des Radiocobalts wurde in folgender Weise durchgeführt: Nach einer Überprüfung der Zuverlässigkeit der Zählrichtung wurde zunächst die Hintergrundstrahlung gemessen, dann die aus der Strahlungsquelle ausgehende Impulszahl vorerst in freier Luft, somit ohne Bodenabsorption festgestellt. Danach wurde im Boden, von oben nach unten — in Stufen von 5 cm vordringend — die Impulszahl für je eine Minute in jeder Schicht ermittelt. Zur Erhöhung der Genauigkeit haben wir eine jede Messung in fünf-facher Wiederholung ausgeführt.

Gleichzeitig mit der Anwendung des Isotopenverfahrens wurde die Bodenfeuchtigkeit auch in herkömmlicher Weise, mit der Methode des Trockenschrankes ebenfalls festgestellt. Dazu wurden in einem Umkreis von 1 m um die eingebauten Röhren an je fünf verschiedenen Stellen Bodenproben entnommen.

In Anbetracht der gewaltigen räumlichen Inhomogenität, welcher die Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse unterworfen sind, wurden aus den Ergebnissen der wiederholten Messungen Mittelwerte gebildet und im weiteren sollen nur mehr diese Mittelwerte untersucht werden.

In der ersten Hälfte der Untersuchungen wurde die Kurve bestimmt, durch welche der Zusammenhang zwischen der Bodenfeuchtigkeit und der Zahl der erhaltenen Impulse dargestellt wird. Dazu wurden je 50 gemittelte Angaben verwendet. Bei den Berechnungen wurde der Wert des linearen Strahlungsschwächungskoeffizienten nach *Danilin* als $0,04 \text{ cm}^{-1}$ angenommen [3].

In der zweiten Hälfte der Untersuchung wurden die laufend erhaltenen weiteren Werte der Bodenfeuchtigkeit mit den berechneten theoretischen Werten verglichen. Zur Ermittlung der Werte χ^2 wurde die Formel von *Brandt-Snedecor* [11] verwendet:

$$\chi^2 = \frac{T}{T_b \cdot T_c} \left[\left(\frac{c_1^2}{T_1} + \frac{c_2^2}{T_2} + \dots + \frac{c_m^2}{T_m} \right) - \frac{T_c^2}{T} \right], \quad (4)$$

wobei durch T die Summe der gemessenen und errechneten Impulszahlen, durch T_b die gemessene und durch T_c die errechnete c Impulszahl bezeichnet wird; m ist die Anzahl der verglichenen Wertepaare, und T_i der laufende Ausdruck für die Summe der Einzelnen Wertepaare ($i = 1, 2, 3, \dots, m$). Die Zahl der Freiheitsgrade betrug in unserem Falle $N - 1 = 50 - 1 = 49$.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht in einer Beschreibung der technischen Seite der Bodenfeuchtigkeitsmessung mit Hilfe von Isotopen. Dementsprechend wird hier aus den Messungsergebnissen nur der Teil angeführt, welcher sich auf eine einzige Bodenschicht, namentlich auf die Tiefe von 50 cm, bezieht. Die errechnete Kurve und die gemessenen Werte werden auf *Abb. 3* mitgeteilt.

Mit Hilfe der Formel (4) wurde der Wert von χ^2 errechnet, das Ergebniss war 0,0076. Die Geringheit dieses Wertes spricht dafür, dass die Abweichungen nicht von einem signifikanten Charakter sind, dieselben können somit als die Folgen von zufälligen Messfehler betrachtet werden (P grösser als 99%).

Eine so enge Beziehung zwischen Messresultate der Bodenfeuchtigkeit, welche mit Isotopenverfahren bzw. Trokenschränkmethodem erhalten wurden, kommt sehr selten vor. Wahrscheinlich kann dieses Ergebnis durch ein glückliches Zusammen treffen verschiedener lokalen Umstände erklärt werden (wie z. B. die Eigenart des Bodens, die Nähe des Martonvásárer Teiches usw.).

Aus einer vorläufigen Bewertung der Ergebnisse, die aus anderen Bodenschichten gewonnen wurden, ergab sich, dass nicht in allen Tiefen eine derartig enge Beziehung zwischen den Resultaten der beiden Methoden vorliegt. In der

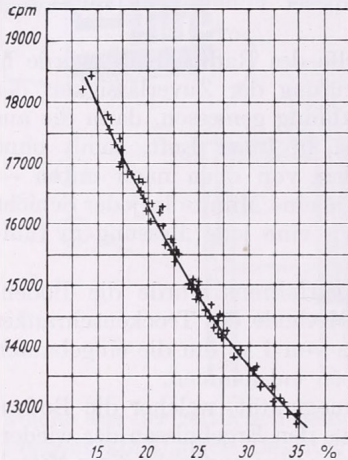


Abb. 3. Gemessene Werte und Kalibrierungskurve für die Bodenschicht in 50 cm Tiefe

3. ábra. Mért értékek és a kalibrációs görbe az 50 cm-es mélységben

obersten, 15 cm dicken Bodenschicht, welche stark durch Wurzelgeflecht durchwoben war, konnte — besonders in der Zeit der pflanzlichen Entwicklung — allgemein festgestellt werden, dass durch die Gamma-Strahlen-Methode hier höhere Werte der Bodenfeuchtigkeit geliefert wurden. In zwei besonderen Tiefenlagen begegneten wir ganz unwahrscheinlichen Werten. Später konnte es ermittelt werden, dass hier tatsächlich fehlerhafte Ergebnisse durch die Anwesenheit einer sehr kräftigen, dicken Baumwurzel im Zwischenraum der beiden Röhren der Apparatur hervorgerufen wurden.

Unsere Erfahrungen mit der Bodenfeuchtigkeitsbestimmung durch die Anwendung des Radiocobalt-Verfahrens können wie folgt zusammengefasst werden :

a) Mit Hilfe eines waagerechten Strahlenbündels können die Feuchtigkeitsverhältnisse in beliebigen Schichten des Bodens festgestellt werden. Die Durchstrahlung einer dickeren Bodenschicht führt zu mehr reellen Werten, als etwaige punktweise Messungen.

b) Die Messungen können an einer und derselben Stelle — ohne eine Beeinflussung der Bodenstruktur — wiederholt durchgeführt werden, und die Methode ermöglicht somit die Anstellung längerer serienweisen Beobachtungen über den Gang der Bodenfeuchtigkeit.

c) Die Initialintensität I_0 der Strahlung soll zweckmässig durch die Mittelung mehrerer Messungsergebnisse bestimmt werden.

d) Der ständigen Überwachung des Funktionierens von Zählgerät und GM-Röhre muss eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

e) Die durch das Gamma-Strahlen-Verfahren erhaltenen Ergebnisse sollen zeitweise mit jenen der Trokenschränkmethodem verglichen werden. Durch einen solchen Vergleich kann die Zuverlässigkeit der Messungen belegt werden.

f) Die Vorschriften für die Aufbewahrung und Behandlung der radioaktiven Strahlungsquelle müssen unter allen Umständen beachtet werden.

SCHRIFTTUM — IRODALOM

- [1] *Belcher, D. J., T. R. Cuykendall and H. S. Sack* : Nuclear meters for measuring soil density and moisture in thin surface layers. Civil Aeronaut. Admin. Tech. Develop. and Evaluation Center, Tech. Develop. Rept. 161, 1952.
- [2] *Bollmeyer, K.* : Bestimmung der Bodenfeuchte aus der Messung der Wärmeleitfähigkeit. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 1958.
- [3] *Danilin, A. I.* : A talajnedvesség mérése gamma-sugár segítségével. Pocsvovedenie, 1955. 7. szám.
- [4] *Kmenth, V.—Kuhn, A.* : Geiger—Müller-számlálócsövek. Műszaki Könyvkiadó, 1956. Budapest.
- [5] *Melnik, Ju. Sz.* : Az IVP—64 gamma-nedvességmérő vizsgálatainak eredményei. Meteorologija i Hidrologija, 1960. 2. szám, Moszkva.
- [6] *Papp, B.* : Talajnedvesség mérése laboratóriumban radioaktív kobalt segítségével. Időjárás, 65. évf. 3. szám. Budapest, 1961.
- [7] *Papp, B.* : A talajnedvesség mérésének módszerei. (Elhangzott az OMI körüli referátumán, Budapest, 1961.)
- [8] *Pletser, J.* : A szárítószekrényes talajnedvességmérés új, gyors módszere. Időjárás, 61. évf. 1. szám. Budapest, 1957.
- [9] *Popov, L. V.* : A talajnedvesség meghatározásának módszerei. Trudü Voszt.-Szibirskovko fil., Szer. Biol., 31. szám, Moszkva, 1960.
- [10] *Van Bavel, C. H. M., Newton Underwood and R. W. Swanson* : Soil moisture measurement by neutron moderation. Soil Science, Vol. 82, 29—41. p. 1956.
- [11] *Weber, E.* : Grundriss der biologischen Statistik. VEB. Gustav Fischer Verlag, 1956. Jena.
- [12] Concepts, terms, definitions and methods of measurements for soil compaction. Agricultural Engineers, Vol. 39. March, 1958.
- [13] Izotóp készítmények. Országos Atomenergia Bizottság Izotóp Intézete, 1961. Budapest.
- [14] Magyar Népköztársasági Országos Szabvány, MSZ 62—57.

×

TALAJNEDESSÉG MÉRÉSE TEREPEEN RADIOAKTÍV KOBALTTAL

A talajnedvesség meghatározásának kérdése tudományos és gyakorlati szempontból egyaránt jelentős. A talajnedvesség mérésének már számos módszerét és eljárását dolgozták ki, azonban a kérdést megnyugtató módon még nem sikerült tisztázni. Az utóbbi években különösen a radioaktív módszerekről olvashattunk biztató eredményeket. Laboratóriumi vizsgálataink igazolták az eljárás használhatóságát, s ezek alapján megkezdtük a módszer terepen végzett vizsgálatát.

Vizsgálataink célja a természetes viszonyok között, gamma-sugárzás segítségével mért talajnedvesség adatoknak az összehasonlítása a szárítószekrényes módszerrel meghatározott értékekkel.

Méréseinket 18,8 mg Ra. e. ősszaktivitású, Co-60-as, zárt preparátummal végeztük. A részecskék észlelésére halogén töltésű, normál kivitelű GM-csőves észlelőt használtunk, amelyet dekádikus számlálóval kötöttünk össze.

A talajnedvesség meghatározásakor a talajt vízszintes irányú gamma-sugárnyalábbal világítottuk át. A talajba függőlegesen, egymástól 30 cm-re két PVC csövet helyeztünk. Az egyikbe a GM-csövet, a másikba a sugárforrást bocsátjuk. Az érzékelő és a forrás mélységének változtatásával bármely szint nedvessége meghatározható.

Impulzusok számlálásánál több korrekciót is figyelembe kell vennünk. Ezek közül esetünkben a sugárzás időben ingadozó intenzitásából eredő, valamint a felezési időtől függő bomlási hibára kell különös tekintettel lennünk.

Az izotóppal és a szárítószekrényes módszerrel mért adatok összehasonlítása során az 50 cm-es szint értékei között feltűnően szoros összefüggést tapasztaltunk

($\chi^2 = 0,0076$). Más szinteken χ^2 értéke nagyobb. Két szinten egészen valószínűtlen eredményeket kaptunk, amelyeket a csövek között húzódó vastag fagyökér okozott. Érdekes, hogy a gyökérzettel átszött, felső 15 cm-es rétegben — különösen a növényzet növekedésének megindultával — a gamma-sugaras eljárással kapott értékek általában nagyobbak.

Tapasztalataink szerint a gamma-sugaras eljárás alkalmas a talajnedvesség meghatározására, realisabb eredményeket ad, mint más, pontszerű mérések. Az eljárás lehetőséget nyújt a mérés megismétlésére ugyanazon a helyen, a talajszerkezet megbontása nélkül. Nagy figyelmet kell fordítani a sugárzás kezdeti intenzitásának pontos meghatározására, valamint a számláló működésére. Az adatokat időnként célszerű összehasonlítani a szárítószekrényes módszerrel meghatározott értékekkel.

A radioaktív sugráforrás tárolására és kezelésére vonatkozó előírásokat feltétlenül meg kell tartani!

Antal Emánuel — Endrődi Gabriella — Kissné Tóth Erzsébet :

A terepklimatológiai kutatások feladata és módszerei

Задачи и методы региональных исследований в климатологии. Указывается на важность и своевременность полевых исследований в климатологии. Кратко описываются их приложения. На основе результатов, изложенных в специальной литературе, и отечественного опыта рассматриваются общие принципы методов полевых климатологических исследований.

✱

Aims and Methods of Field-Studies in Climatology. The importance and timeliness of field-studies in climatology are emphasized. A short description of applications follows. By making use of results which are found in available papers on the subject, and applying the experiences collected during investigations executed in this country, general principles of the methods in climatological field-studies are presented.

✱

Az utóbbi években a gyakorlati élet számos olyan problémát vetett föl, amelyekre a meteorológiai megfigyelőhálózat állomásain gyűjtött adatok alapján nem tudunk kielégítő feleletet adni. A kérdések megoldásához a meteorológiában új vizsgálati módszerek váltak szükségessé, amelyek létrehozták a klimatológia új tudományágát — a terepklimatológiát (angol: topoclimate, német: Geländeklima).

A terepklimatológia valamely kisebb földrajzi tájrészlet (amely azonban felszinformákban még eléggé gazdag is lehet, mint pl. a Tihanyi-félsziget), egy-egy város, vagy ipari település éghajlatának és meteorológiai viszonyainak vizsgálatával, leírásával és magyarázatával foglalkozik. Kutatási módszere eltér mind a makroklimatológia, mind a mikroklimatológia módszereitől.

Eleinte úgy gondolták, hogy a terepklimatológiai kutatás kimerül az állomás-hálózat sűrítésében és a sűrített megfigyelőhálózatban észlelt adatok feldolgozásában. Ez csupán a kezdeti lépés. A terepklimatológiai kutatásokban azonban ennél többre is szükség van. „Ideje már a terepklimatológia fejlődése számára olyat nyújtani — hangsúlyozza Priestley [1] —, ami kiegészíti a klasszikus metodika által kapott eredményeket és korszerű színvonalra emeli azokat.” Schneider-Carius [2] megállapítja, hogy a terepklimatológiai vizsgálatoknak túl kell haladniuk a klasszikus klimatológiai szemléleten és a klasszikus vizsgálati módszereken.

Az éghajlatkutatásban a klasszikus metodika szerinti vizsgálatok mellett nyilván nélkülözhetetlen a felszín hőháztartásának mérése és a hőháztartás összetevői-

nek vizsgálata rövid időszakokban (napközi változások, különböző időjárási helyzetekben előálló változások stb.). A hőforgalom ugyanis meghatározza a napenergia átalakulásának alapvető formáit [3], ezért nyilvánvaló, hogy a hőháztartási összetevők időbeli változásának ismerete elsődlegesen fontos a törvényszerűségek okozati magyarázatában. Nélkülözhetetlen pl. olyan terepklimatológiai kutatások esetében, amelyeknek célja az öntözési normák, valamint az öntözött területek fölött előálló hőmérséklet- és nedvességváltozások meghatározása.

Frankenberger [4] szintén hangoztatja, hogy a felszín hőháztartásának ismerete alapvető követelmény, hiszen az energiaforgalom kapcsolatos a talaj közelében lezajló összes légköri jelenséggel. A sugárzási energia, a levegő és a talaj hőforgalma, valamint a párolgásra fordított hő nagymértékben hozzájárul a vertikális hőmérséklet- és nedvességeloszlás kialakulásához.

Penman [5] a Hollandiában tartott párolgási konferencia megnyitó előadásában külön kiemelte, hogy valamely mezőgazdasági terület meteorológiai jellemzéséhez mennyire nélkülözhetetlen a növényzettel borított felszín párolgásának ismerete, amelyhez viszont terepen végzett hőháztartásmérések szükségesek.

Mint hogy az ipar az egész világon rohamosan fejlődik, a levegő szennyezett-ségének vizsgálata is egyre fontosabb feladatot jelent. Bár a légszennyeződés csökkentése elsősorban technikai probléma, azonban, mint ahogy *Schmidt* [6] megállapítja, igen szoros kapcsolatban van a légkör állapotával. A szennyezőanyagok diffúziójában főleg a szélsébség, a vertikális stabilitás és a turbulencia mértéke a determináló tényező.

Takuma Kawahara [7] japán meteorológus és *Sutton* [8] a terepklimatológiai kutatások fejlődése érdekében a talajközeli szélsébség dinamikus szerkezetének (turbulencia, konvekció, kicserélődés) vizsgálatát, valamint a felszínközeli (2—3 m-es légrétegben) a léghőmérséklet függőleges eloszlásának és a kicserélődés intenzitására gyakorolt hatásának megismerését helyezi előtérbe. Az ilyen irányú terepklimatológiai méréseket az ipartelepekkel és városokkal, valamint az egyre nagyobb számban épülő atomreaktorokkal kapcsolatos szennyeződési problémák tették szükségessé. Itt elsődleges feladat a légköri diffúzió és a turbulencia vizsgálata a terep és a különböző időjárási (tehát termikus és dinamikus) folyamatok függvényében.

Az elmondottak alapján érthető, hogy a terepklimatológiai kutatások eredményei iránt elsősorban a következő területeken jelentkezik igény:

1. Mezőgazdaság területén :

- a) kisebb területek (állami gazdaságok, termelőszövetkezetek) terepklimatológiai felmérése,
- b) különleges mezőgazdasági feladatok megoldása (pl. öntözési normák megállapítása, fagyzugok felkutatása stb.).

2. Ipar területén :

- a) ipari létesítmények meteorológiai problémáinak vizsgálata (füst, korom, vegyi anyagok stb. terjedése),
- b) radioaktív anyagokat kibocsátó létesítmények környékén speciális vizsgálatok az időjárási helyzet és a terep függvényében.

3. Egészségügy területén :

- a) üdülőtelepek és gyógyhelyek terepklimatológiai felmérése,
- b) városklimatológiai vizsgálatok.

4. Honvédelem területén :

- a) gázok, vegyi anyagok,
- b) nukleáris és biológiai szennyezőanyagok terjedésének vizsgálata a talaj közelében.

Természetesen a felsorolt kutatási területek problémáit a terepklimatológia önmagában nem tudja megoldani. Szoros együttműködés szükséges az agro- és biometeorológiával, valamint a társtudományokkal. Nem elegendő pl. a nukleáris és biológiai szennyezőanyagok terjedésének a talaj közelében történő vizsgálata, hanem annak országos vagy kontinentális méretekben való tanulmányozása szinoptikus kutatásokat és magaslégköri adatokat kíván.

A terepklimatológia ezen felsorolt alkalmazási területeit áttekintve, első pillanatban látható, hogy más a célkitűzés az öntözés meteorológiai elemekre gyakorolt hatásának, és ismét más az atomerőmű szennyező hatásának vizsgálatánál. Ebből következik, hogy a *különböző célok eléréséhez más és más módszerek szükségesek*. Ennek ellenére találhatunk a terepklimatológiai kutatások során alkalmazott mód-szerekben *közös* vonásokat.

A szakirodalom terepklimatológiai tárgyú anyagának beható tanulmányozása és a saját tapasztalataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy egy adott feladat megoldásakor a meglévő éghajlati ismeretekből, többek között az éghajlati térképekből kell kiindulnunk. A klímaatlaskoz térképei azonban elsősorban az egyes vizsgálatok állomáshálózatában gyűjtött adatokra támaszkodnak, amelyek nem teszik lehetővé, hogy feltárjuk a kisebb területek részletes éghajlati viszonyait és a speciális vizsgálatokat igénylő kérdéseket megoldjuk.

A magyar meteorológiai szolgálatban 5—6 évvel ezelőtt indultak meg a behatóbb terepklimatológiai jellegű vizsgálatok. Szakirodalmi ismereteink, tanulmány-utaink és az elmúlt években szerzett tapasztalataink (csobánkai mérések, Balaton-kutatás) alapján *valamely terepklimatológiai feladat megoldásakor az alábbi vizsgálati módszer bevezetését javasoljuk* :

1. A *kiindulás alapja* minden egyes esetben a *helyszínrajz* : alaposan meg kell ismernünk a felmérendő terep domborzati viszonyait, valamint a talajtípusokat és a növényzetet [10]. A Hévíz térségében 1961-ben végzett terepklimatológiai mérések is megelőzte a terület domborzatának, talajviszonyainak és növényzetének alapos tanulmányozása. Csak ezután került sor a különleges megfigyelési programmal ellátott 8 mérőhely kijelölésére és felállítására.

2. A terepklimatológiai felmérések alkalmával az *észlelőhálózatot ki kell egészítenünk az adott terep jellemző pontjain felállított mérőhelyekkel* s a megfigyelések programját az egyedi célnak megfelelően kell megszabnunk. A terep egyedi tulajdonságaihoz alkalmazkodó mérőhelyek egymás közötti távolsága jelentékenyen kisebb, mint a normál megfigyelőhálózatban. Működésük időtartama aránylag rövid (1—2 év), mivel az időszakosan felszerelt mérőhelyek megfigyeléseinek eredményei kapcsolatba hozhatók a normál állomások adataival [9].

A Balaton-kutatás során például a hálózati megfigyelőállomások kiegészítéseként tíz, ideiglenesen működő mérőhelyet létesítettünk. Ezeket a megfigyelőhelyeket kétéves működtetés után tovább telepítjük a Balaton térségében azokra a jellegzetes pontokra, amelyeknek a meteorológiai viszonyai a hálózati állomások adatai alapján csak durva közelítéssel jellemezhetők.

3. A felmérendő területeken előforduló *jellegzetes éghajlati sajátosságok*, valamint az egyes jelenségeket létrehozó *okozati összefüggések felderítése érdekében expedíciós méréseket szervezünk*, amelyek hosszabb-rövidebb időn keresztül a terepklimatológia módszereit alkalmazva, lehetővé teszik, hogy a speciális feladatokat megoldjuk. A vizsgálatok során a műszeres mérések mellett fontos szerepe van a vizuális megfigyeléseknek is. Fagyveszélyes területek kijelölésében jó támpontot nyújt a fagykárt szenvedett növényzet, vagy pl. vizuális megfigyelések útján kísérhetjük figyelemmel a völgyi ködök alakulását [11].

Kutatásaink során a Tihanyi-félsziget területén kialakuló hideg légtónak, vagy

a Balaton és környezete hőháztartásának, a különböző expozíciójú lejtők energia-gazdálkodásának megismerését elsősorban az expedíciós mérések tették lehetővé.

4. Az előbbieken vázolt módon gyűjtött megfigyelési anyagot feldolgozzuk és az egyes paraméterek levezetett értékeit lehetőleg térképeken ábrázoljuk. A terep-klimatológiában 1:25 000—1:10 000 méretarányú topográfiai térképeket használunk a térképezéskor.

Az első kettő és a negyedik lépés lehetővé teszi, hogy a kiválasztott terület helyi hőmérséklet-, nedvesség- és szélviszonyait részletesen feltárjuk. Az expedíciós mérések speciális adatait viszont felhasználhatjuk minden olyan meteorológiai probléma megoldásához, amelyet a klasszikus módszerekkel előállítható térképes ábrázolások egyáltalán nem tesznek lehetővé. Az expedíciós mérésekben a hőmérséklet- és nedvességeloszlás részletesebb vizsgálata mellett a *kicszerélődésre* és az *adott felszín hőháztartására* vonatkozó kutatások a legjelentősebbek [12].

Sheppard [13] is rámutat a felszín és a levegő közötti energiaátviteli folyamatok beható tanulmányozásának fontosságára. Hangsúlyozza, hogy jelentős eredményeket érhetünk el az éghajlat tanulmányozásában akkor is, ha csak a klasszikus értelemben vett elemeket vizsgáljuk, de a terep-klimatológiai kutatásokban — amelyekben legtöbb esetben a kicszerélődés, valamint a hő- és nedvességátvitel a központi probléma — egyre újabb problémák kerülnek előtérbe, amelyek megoldásához új vizsgálati módszerek szükségesek. „Úgy vélem tehát — mondja a továbbiakban —, hogy időszerű lenne az átviteli folyamatokat alaposabb kutatás tárgyává tenni, amihez viszont a terepen kell méréseket végeznünk.”

Tanulmányunk céljának megfelelően a szakirodalom és a hazai tapasztalatok alapján a terep-klimatológia feladatairól és módszereiről igyekeztünk rövid, áttekinthető képet nyújtani. A fentieket összegezve azt állapíthatjuk meg, hogy a népgazdaság egyes területein, így a mezőgazdaságban, az iparban, stb. végbemenő rohamos fejlődés a meteorológia számára olyan kérdéseket vet föl, amelyek megoldása a terep-klimatológia feladata. Kis területek éghajlati sajátosságainak részletes feltárása, az egyes jelenségek fizikai magyarázata, speciális igények kielégítése mind olyan feladat, amelyet ennek az új tudományágnak kell megoldania.

Természetesen a tanulmányunkban megjelölt vizsgálati, felmérési eljárás séma-ként nem alkalmazható minden terep-klimatológiai vizsgálat alkalmával, éppen a speciális feladatok sokfélesége miatt. Törekednünk kell azonban legalább arra, hogy azonos tárgyú kutatásokban azonos módszereket alkalmazzunk. Minthogy a terep-klimatológia a meteorológia egyéb ágaihoz képest még fiatal tudományág, az aktuális feladat a módszerek egységesítése s tanulmányunk ezen a téren kíván szerény előrelépést tenni.

IRODALOM:

- [1] Priestley, C. H. B.: Turbulent transfer in the lower atmosphere. The University of Chicago Press, 1959.
- [2] Schneider-Carius, K.: Das Klima, seine Definition und Darstellung; zwei Grundsatzfragen der Klimatologie. Akademie-Verlag, Berlin, 1961. Bd. XVIII. H. 2.
- [3] Будыко, М.И.: Тепловой баланс земной поверхности. Тепловой и водный режим земной поверхности. Гидрометеиздат, Ленинград, 1960.
- [4] Frankenberg, E.: Mess-Ergebnisse und Berechnungen zum Wärmehaushalt der Erdoberfläche. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Nr. 73. Bd. 10. Offenbach a. M. 1960.
- [5] Penman, H. L.: Evaporation. An introductory survey. Neth. Journ. agr. sci. 4. 1. 1956.
- [6] Schmidt, F. H.: On the diffusion of stack gases in the atmosphere. Staatsdrukkerij-en Uitgeverijbedrijf. 'S-Gravenhage. 1957.
- [7] Takuma Kawahara: Some Problems in the Atmosphere near the Ground. The Meteorological Notes of the Met. Res. Inst. Kyoto University, Series 2, No. 9. Kyoto 1957.
- [8] Sutton, O. G.: Micrometeorology. London, 1953.
- [9] Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. IV. kiadás. Braunschweig, 1961.
- [10] Knoch, K.: Über das Wesen einer Landesklimateaufnahme. Zeitschrift f. Meteorologie. Bd. 5. Berlin, 1951.
- [11] Uhlig, S.: Beispiel einer kleinklimatologischen Geländeuntersuchung. Zeitschrift f. Meteorologie. Bd. 8. Berlin, 1954.
- [12] Тимофеев, М. П.: Метеорологический режим озера Севан. Гидрометеорологическое издательство, Ленинград 1960.
- [13] Sheppard, P. A.: Presidential Address.-Transfer across the earth's surface and through the air above. Q. J. R. M. Society. Vo. 84. 1958. N. 361.

A hőmérséklet ultratávú előrejelzéséről

Super-Long-Range Forecasting of Temperature Conditions (Summary). This paper contains a short description of Abbot's method for obtaining long-range meteorological forecasts. The method is based on the assumption of the existence, both in solar radiation and in terrestrial weather conditions, of a family of periodicities possessing a fundamental period equal to 273 months, i. e. 22 and 3/4 years. Attempts to preparing forecasts of the anomalies of precipitation amounts and temperatures have been undertaken for the territory of the United States. It appears that results in predicting precipitations are more reliable, than those of temperature conditions. In the case of temperature forecasts, corrections due to solar activity are to be applied. By using Hungarian data, it was found that, in the case of this country, results obtained by this method are less satisfactory.

*

Abbot, aki a napállandó és az időjárás közötti összefüggés kutatásának világszerte ismert képviselője, módszert dolgozott ki az időjárás elemek ultratávú előrejelzésére. Az előrejelzéseket először a csapadék *havi összegeire* állította össze az USA területére, 32 állomásra [1]. A prognosztizált és a valóságos adatok között $+52$ és $+69\%$ közötti korrelációt állapított meg. Megemlítendő még, hogy az előrejelzések a szélsőségek esetén pontosabbak, míg a normálérték közelében kevésbé megbízhatók. A gazdasági élet is inkább a szélsőségek előrejelzését igényli. Jelen dolgozatunk ugyanennek a módszernek alkalmazását ismer-teti a hőmérséklet előrejelzésére [2].

A módszer egy tényen és egy föltevésen alapszik. Ez a tény az, hogy a nap-sugárzásban és az időjárásban létezik egy perióduscsalád, amelynek tagjai a 273 hónapos, azaz 22 és 3/4 éves periódusnak alharmonikusai. A föltételezés pedig, hogy ennek a családnak a periódusai meghatározhatók az 1870—1956. közötti időjárásjelentésekből. Érdemes megemlíteni, hogy a 273 hónapos alap-periódus csaknem megegyezik a nap-tevékenység 22 éves Hale-féle periódusával. A perióduselemzés alapján 27 al-

harmonikus bizonyult elfogadhatónak, amelyeket az előrejelzések céljára is felhasználhattak.

Szerző az USA területén 10 állomásra végzett előrejelzést az 1956. novemberig közölt megfigyelések alapján. A számításokat visszamenőleg is elvégezte, és a kapott eredmények 1950—58 között $+20$, $+50\%$ -os korrelációt adtak a számított és megfigyelt értékek között. A hőmérséklet előrejelzése tehát valamivel gyengébb, mint a csapadéké. Elronthatják ui. a prognózist olyan rendkívüli események, mint a vulkánkitörések, pl. Krakatoa (1883.) és Katmái (1912.), vagy pl. az 1960. szeptemberi (Donna) hurrikán.

A dolgozat végén táblázatokat és térképeket találunk, amelyek megadják a havi hőmérséklet előrejelzett értékeit 1959-től 1967-ig 10 állomásra az USA területén.

Az előrejelzések összeállításánál a periódus-szintézisen kívül figyelembe kell venni még a napfoltszámok havi gyakoriságát is. A szerző kiszámította több állomásra a havi hőmérsékleti normálértéket azon hónapokra, amikor az átlagos Wolf-féle napfoltszám 20-nál nagyobb volt és amidőn 20-nál kisebb. A kétféle havi normálérték közötti különbségeket grafikonon ábrázolta. A legnagyobb eltérés február—március hónapokban mutatkozik, amennyiben kis naptevékenységű hónapokban a havi normálhőmérséklet 2—3 Fahrenheit-fokkal alacsonyabb, mint nagy naptevékenységű hónapokban. Ellentétes értelmű a különbség november hónapban.

Ilyen irányban mi is megkíséreltünk Budapest hőmérsékletére különbségeket megállapítani. A század elejétől az 50-es évekig képeztük azon hónapok havi átlaghőmérsékletét, amikor a relatív napfoltszám 20-nál nagyobb volt és amidőn 20-nál kisebb. A kétféle normálérték között a legnagyobb különbséget november és január hónapokban kaptuk Buda-

pesten. A csekélyebb napfoltszámok esetén a novemberi közép átlagosan 0,92, a januári 0,78 C fokkal alacsonyabb, az egész esztendő pedig 0,32 C fokkal hidegebb, mint nagyobb napfoltszámok esetén. Ez a tény is alátámasztja *Pegy* azon eredményét, hogy a cirkuláció évi átlagai és a naptevékenység között reális kapcsolat van [3].

Valószínűnek látszik mindenesetre, hogy a napsugárzás hosszútartamú periódusaira alapított távelőrejelzések az észak-amerikai kontinensen jobbak, mint

hazánkban lennének, mivel a Föld északi mágneses és egyben cirkulációs pólusa az USA-hoz viszonylag jóval közelebb van, mint hazánkhoz.

IRODALOM: [1] *Abbot, G. G. : Long-range weather forecasting.* (Hosszútávú időjáráselőrejelzés.) Smithsonian Miscellaneous Collections. 138. k. 3. sz. Washington, 1959. — [2] *Abbot, C. G. : A long-range temperature forecast.* (Egy hosszútávú hőmérséklet-előrejelzés.) Smiths. Misc. Coll. 143. k. 5. sz. Washington, 1961. — [3] *Pegy, D. A. : A légkör cirkulációjának ingadozásai és kapcsolatuk a naptevékenységgel.* Időjárás, 63. évf. 5. sz. 257. o. Budapest, 1959.

Kovácsné Pataki Márta :

Budapest légszennyeződésének vizsgálata a globálsugárzás alapján

Исследование загрязненности воздуха в Будапеште на основе измерений суммарной радиации. На основе сопоставления регистраций суммарной радиации в трех пунктах Будапешта, именно — в Астрономической Обсерватории на горе Свободы, в Государственном Метеорологическом Институте и в Аэрологической Обсерватории имени Г. Марцелла, доказывается, что ослабляющее радиацию влияние загрязненности городского воздуха, установленное еще в 1937—39 г. г., значительно возросло в период 1959—60 г. г. вследствие увеличения загрязнений. Кроме того доказывается, что данные о радиации, полученные на этих трех станциях, не характерны для радиационного климата всего большого города с загрязненным воздухом; они отражают влияние города в мере, зависящей от условий ветра.

*

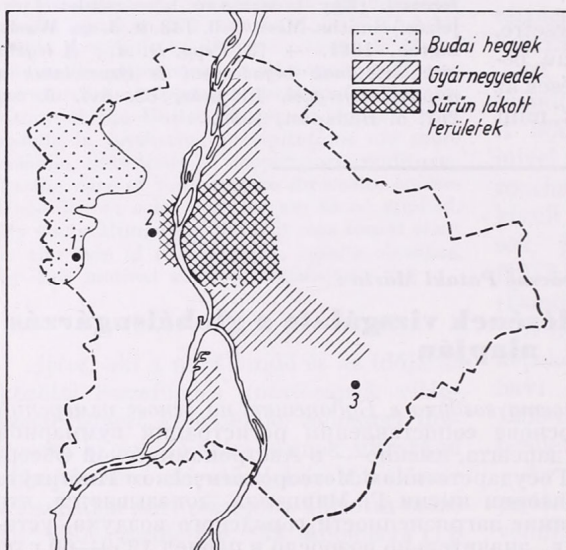
Untersuchung der Luftverunreinigung in Budapest auf Grund der Messung der Globalstrahlung. Auf Grund einer Gegenüberstellung der an drei fernegelegenen Punkten der Stadt Budapest, namentlich an der Sternwarte Szabadsághegy, dann an der Zentralstelle des Meteorologischen Dienstes, und am Observatorium G. Marzell ausgeführten Registrierungen der Globalstrahlung wird es dargelegt, dass die in den Jahren 1937—1939 schon festgestellte strahlungsabschwächende Wirkung der verunreinigten Stadtluft infolge einer Zunahme der Luftverunreinigungen nach den Messungen im Zeitraum 1959—1961 eine recht beträchtliche Steigerung erfahren hat. Dabei wird es auch erwiesen, dass die an den drei erwähnten Punkten gewonnenen Strahlungswerte nicht als charakteristisch für das Strahlungsklima der verunreinigten Grosstadtluft angesehen werden können, indem in denselben die Stadtwirkung nur in einer von den Windverhältnissen abhängigen Weise wiederspiegelt wird.

*

A nagyvárosok és ipartelek légterében jelenlevő szennyező anyagok számos súlyos betegség előidézői. Az utóbbi évtizedekben a légszennyeződésnek tulajdonítható légzőszervi megbetegedések (krónikus bronchitis, tüdőrák) előfordulása és a szennyezett bioszférában élő növények károsodása ugrásszerűen emelkedett [1]. Ezek a tények arra kötelezik a kutatókat, hogy a légszennyezettség mértékének, terjedésének, élőlényekre gyakorolt hatásainak, valamint kritikus érték alatt tartásának problémáival fokozott mértékben foglalkozzanak.

A szennyezőanyagok légköri koncentrációjának, a terjedésüket befolyásoló meteorológiai tényezőknek mérése, és ezek alapján a terjedés-elmélet kidolgozása meteorológiai feladat, vagy legalábbis határfeladat.

A szennyezőanyagok mennyiségének közvetlen mérőmódszerei mellett az aktinometria ad arra lehetőséget, hogy közvetett úton, a napsugárzás extinkciós veszteségeiből következtessünk az átsugárzott légtömeg szennytartalmára. A direkt-sugárzás normálszűrős méréséből számított homályossági tényezők segítségével ugyanis a légköri vízgőz- és szennytartalom sugárzáscsökkentő hatása szétválaszt-



1. ábra. Budapest vázlatos térképe a sugárzást mérő állomásokkal: 1. Csillagda, 2. Orsz. Meteorológiai Intézet, 3. Lőrinci Observatórium

ható. Az aktinometrikus módszer segítségével tehát kiegészíthetjük a nagyvárosok levegőjének szennyezett voltáról közvetlen szennyeződésmérések alapján alkotott képet, a mültra vonatkozólag pedig szinte egyedülálló adatokat nyerhetünk.

Hazai iparunk centralizáltsága és az energiatermelés nagyrészt még korszerűtlen technikája, az iparban és háztartásokban használt tüzelőanyagok rossz minősége, az egyre növekvő gépkocsiforgalom és a háztartások számának megnövekedése következtében Budapest az európai fővárosok között — feltehetően — a legszennyezettebb levegőjű. Az Országos Közegészségügyi Intézet adatai mellett ezt bizonyítják az egyes nagyvárosokra vonatkozó homályossági tényezők összehasonlító vizsgálatai is [2, 3]. A szennyezettség az 1930-as évekhez képest kb. másfélszeresére növekedett [4]. Ezért szükségesnek tartottuk, hogy Budapest légszennyeződési viszonyainak teljesebb megismerése érdekében a város 3 pontján: az Országos Meteorológiai Intézetnek a város északnyugati negyedében, 130 m tengerszintfeletti magasságban levő központjában, a tőle 257°-os WSW irányban 3,8 km távolságban, 474 m tszf. magasságban fekvő szabadsághegyi Csillagdában, és az Intézettől 130°-os SE irányban 14,5 km távolságban, 139 m tszf. magasságban, a város délkeleti peremén épült lőrinci Observatóriumban működő *Robitzsch*-piranográfok globálsugárzás-adatait összehasonlítsuk. A 3 mérőhely elhelyezkedését egymáshoz, valamint a szennyforrást képező belvárosi kerületekhez és gyárnegyedekhez viszonyítva mellékelte térképvázlatunkon mutatjuk be (1. ábra).

A műszerek összehasonlíthatóságának kérdését szigorú kritikának vetettük alá. Összehasonlíthatónak tételeztük fel az Intézetben és a Csillagdában 1937 óta mű-

ködő piranográfokat a beszerzésüket követő 3 évben : 1937. januártól 1939. decemberig. Összehasonlíthatónak minősítettük az Intézet és az Observatórium globálsugárzási anyagát 1958. okt. és 1959. márc. között, valamint 1959. márciustól napjainkig, mivel a működésben levő régi típusú regisztrálók, illetve 1959. márciustól mindkét helyen regisztráló új típusú Robitzsch-műszerek telepítésük előtt a Sugárzási Osztály által ugyanazon (8377-es) alpműszerhez lettek hitelesítve. 1959. márc.-tól kezdve — 15 éves megszakítás után — a Csillagdában ismét regisztrál egy hasonló módon hitelesített új típusú piranográf, s ezáltal lehetővé vált az Intézet, Csillagda és Observatórium globálsugárzási adatainak egyidejű vizsgálata is.

Az összehasonlítás módszerül a beérkező teljes sugárzás grammkalóriáinak hányadosaiból képzett sugárzáscsökkenés, illetve sugárzástöbblet %-os értékeinek meghatározását választottuk.

Vizsgálataink súlypontját a téli félévre helyeztük. Télen ui. a város légterének szennyeződése a fűtés következtében fokozottabb ; a szennyezőanyagokat magasba szállító vertikális kicserélődés gyengébb ; a szél átlagos sebessége kisebb, mint nyáron ; az alacsony inverziók pedig, amelyek alkalmával a légszennyeződés szinte maradéktalanul az alsó légrétegekben koncentrálódik, gyakoribbak. A téli félév nagyobb mértékű légszennyezettségét igazolják az Országos Közegészségügyi Intézet 1960—61-es adatai, melyek szerint a nyári félév átlagos aerosol koncentrációja $0,5—0,6 \text{ mg/m}^3$, a téli félévé pedig $1,5—1,6 \text{ mg/m}^3$ [4], valamint *Steinhauser* városklíma-mérései is, amelyeket Bécsben, Budapest orográfiai és meteorológiai viszonyaihoz sok tekintetben hasonló körülmények között végzett [5].

Munkánk a következő kérdéseket taglalja :

1. A Csillagdába érkező globálsugárzást 100%-nak véve, hány %-os sugárzás-csökkenést tapasztalunk az Intézetben az 1937—39. évi időszakban ?

2. Mutatkozik-e 1937—39-hez képest jelentős növekedés a szennyezett levegő sugárzásgyengítő hatásában az 1959—61. évi globálsugárzási anyag alapján, s ha igen, tulajdonítható-e ez a növekedés a légszennyeződés fokozódásának ?

3. Az Intézet és a lőrinci Observatórium, valamint a Csillagda, Intézet és Observatórium sugárzási viszonyainak összehasonlítása az 1958—61., ill. 1959—61. közötti években, különös tekintettel arra a kérdésre, hogy milyen körülmények között, és milyen mértékben tükrözik az Observatóriumban mért sugárzási adatok a városi hatást.

1. *Réthly A.* „Budapest éghajlata” c. munkájában közli az 1937-től 1943-ig terjedő 7 év globálsugárzásának átlagos évi menetét a Csillagdára és az Intézetre vonatkozóan. Az évi menetek görbéi azt mutatják, hogy az Intézetben egész éven át kedvezőtlenebbek a sugárzási viszonyok. A globálsugárzás átlagértékei közötti eltérés legnagyobb : $77 \text{ gr} \cdot \text{cal/cm}^2$ nap értékű június első dekádjában ; a sugárzás abszolút értékeihez viszonyított sugárzásveszteségek azonban télen jelentősebbek [6].

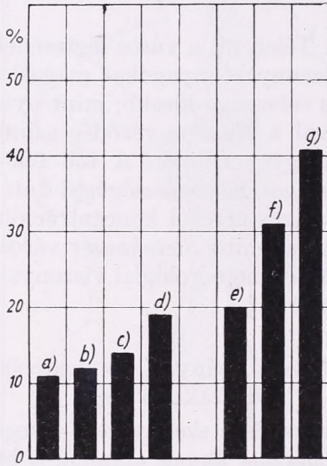
Az általunk vizsgált periódusban az Intézetbe érkező sugárzás a Csillagdába érkezőnek évi középben 88, a nyári félévben átlagosan 89, a téli félévben pedig 86%-a, azaz a közbenső légréteg évi középben 12, a nyári félévben 11, a téli félév középértékében pedig 14%-kal csökkentette a Szabadsághegyre érkező globálsugárzást. Még kifejezettebb, 19%-os sugárzáscsökkenés tapasztalható az intenzívebb fűtésű és inverziókban gazdagabb december, január és február folyamán (2. ábra bal oldala).

Mivel az alacsony inverziók rendkívül kedvezők a szennyezőanyagoknak az alsó légrétegekben való felhalmozódására, az Intézet és Csillagda terminushőmérsékleteit összehasonlítva, további vizsgálat céljából kiválasztottuk az 1937—39. évi időszak téli félévre eső inverziós helyzeteit. A kiválasztott 101 inverziós nap

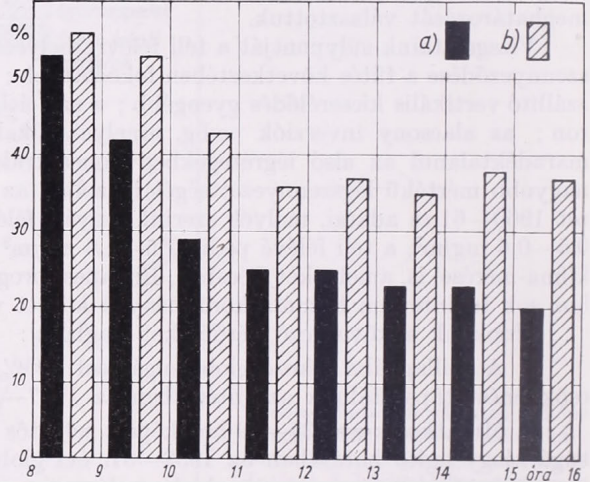
relatív gyakorisága az összes téli nap között 18,5%, átlagos páranymása 5,6 mm, tehát alig nagyobb az összes téli nap talajmenti páranymásának 5,2 mm-es középértékénél.

Eredményeink szerint, amelyeket a 2. ábra jobb oldalán mutatunk be, inverziós napokon az Intézetben mért globalsugárzás a Csillagdában észleltnek átlagosan csak 69%-a, a sugárzásvesztés tehát 31%.

Vizsgálataink során megkíséreltük szétválasztani az inverziók feloszlásának, a légnedvességnek és a szélnek hatását a légszennyeződés által okozott sugárzásgyengítéstől. E célból előállítottuk a sugárzáscsökkenés átlagos napi menetét az inverziós napokra vonatkozóan (3. ábra).



2. ábra. Sugárzáscsökkenés 1937/39-ben: a) nyári félév, b) az év, c) téli félév, d) I., II., XII. hónap; e) a III., X., XI. havi, f) az összes, g) az I., II., XII. havi inverziók, sugárzáscsökkenésnek átlagos értékei %-ban



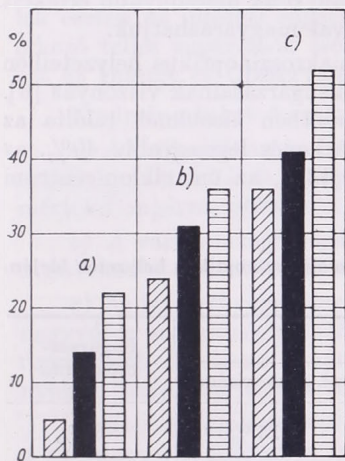
3. ábra. A százalékos sugárzáscsökkenés napi menete 1937/39-ben: a) az összes inverziós napra, b) az I., II., XII. havi inverziókra vonatkozóan

A kora reggeli és késő délutáni órák % értékei a kis sugárzásértékek leolvasásának bizonytalansága következtében erősen torzulnak, ezért a napi menetet csak a 8—16 óráig terjedő időközben ábrázoltuk. Az összes inverziós napra vonatkozó a) oszlopsor magas reggeli értékről indul és erősen csökkenő tendenciát mutat. A város feletti levegő sugárzáscsökkentő hatásának reggeli maximuma a házi fűtés maximális intenzitásával, és a reggeli ködökkel magyarázható. Az erősen csökkenő tendenciát az inverziós helyzetek többségének a nap folyamán bekövetkező feloszlása okozza. Ennek felderítése szempontjából eredménnyel járt a szorosan vett téli: XII., I., II., és az átmeneti: III., X., XI. hónapokban fellépő inverziók szétválasztása.

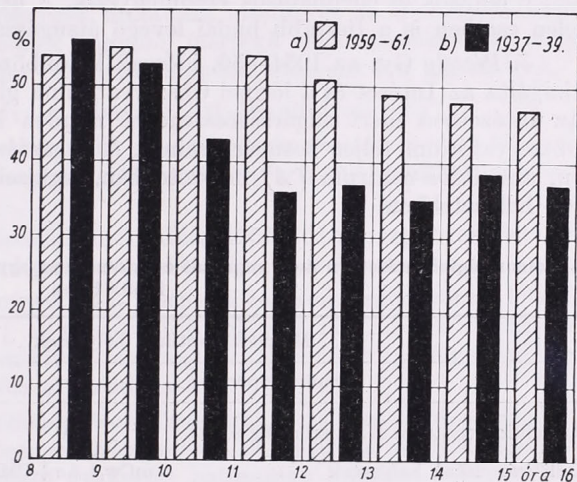
A három téli hónap inverziói erősebbek, tartósabbak, a fűtés pedig e hónapokban a legintenzívebb. A páranymás alacsony, 4,1 mm-es középértéke ellenére, az átmeneti hónapok inverzióinak 20%-os sugárzáscsökkenésével szemben — a 2. ábra tanúsága szerint — 41%-os sugárzásgyengülést mutatnak. A 3. ábra b) oszlopsorával ábrázolt napi menet igen magas reggeli értékről indul. A tüzelés megindulása és a horizontális légmozgások hiánya (a szélcsendek relatív gyakorisága 70%) következtében ui. a levegő erősen szennyezett, a szennyezőanyagok jelenléte elősegíti a ködképződést. Később horizontális légmozgások lépnek fel, ezek leggyakrabban

északias irányúak, azaz tisztítják az Intézet környékének légtérét. A ködök oszlását a hőmérséklet emelkedése is sietteti. A napmagasság növekedtével a sugárzásnak a szennyezett levegőn át megtett úthossza csökken. Mindezek következtében — a párányomás növekvő tendenciája és a levegőbe jutó további szennymennyiségek ellenére — az Intézet a délelőtti folyamán csökkenő mértékű sugárzásvesztéseget szenved. Délután a tisztább budai levegőn haladnak át, gyengülésük kisebb mértékű.

Az 1937—39. évi időszakra vonatkozó számításainkat a Takács L. által homogenizált adatsorral [7] megismételtük. Az így nyert sugárzáscsökkenések, amelyek nagyságát a 4. ábra ferdén vonalkázott oszlopainak magassága mutatja, kisebbek:



4. ábra. A sugárzáscsökkenés 1937/39-ről 1959/61-re: a) a téli félévre, b) az összes inverziós napra, c) I., II., XII. hónap inverzióira vonatkozóan



5. ábra. A százalékos sugárzáscsökkenés napi menete I., II., XII. hónap inverziós napjaira vonatkozóan: a) 1959/61-ben, b) 1937/39-ben

az összes téli nap átlagában 5, az összes inverziós nap középértékében 24, az erős, tartós inverziók esetében 36%-osak. A sugárzáscsökkenés napi menete, kissé alacsonyabb szinten, a bemutatottal azonos futású.

2. A sugárzáscsökkenés %-os értékei 1959—61-re jelentős mértékben megnövekedtek. A 4. ábrán — vízszintesen vonalkázott oszlopokkal — bemutatjuk 1959—61. sugárzásvesztéseit az 1937—39. időszak megfelelő értékei mellett. Fentebb kimutattuk, hogy 1937—39-ben az inverziós napok relatív gyakorisága az összes téli nap között 18,5%, 1959—61-ben gyakoriságukat 14%-nak találtuk; a téli félévek átlagos sugárzáscsökkenése tehát az inverziók kisebb gyakorisága ellenére növekedett meg.

E növekedést azonban addig nem tulajdoníthattuk megnyugtató módon a légszennyeződés megnövekedésének, míg a párányomásadatok analizéséből ki nem mutattuk, hogy a talajközeli légtér vízgőztartalma 1937—39-hez képest nem változott, sőt az inverziós napok középértékében kissé (0,2 mm-rel) csökkent. A téli félévek ködjének relatív gyakorisága ellenben — feltehetően a kondenzációs magvak számának megnövekedése következtében — 13%-ról 23%-ra emelkedett.

Az 5. ábrán az 1959—61. és az 1937—39. időszak XII., I., II. hónapjaiban fellépő inverziók alkalmával az Intézet adataiban mutatkozó sugárzásvesztések átlagos napi menetét mutatjuk be. Az 1937—39. időszak oszlopaihoz képest az 1959—61. évi adatok feltűnő sajátysága, hogy a reggeli magas érték délelőtti erős

csökkenése nem mutatkozik. Az egész napi menet gyengén csökkenő tendenciát mutat. E jelenséget azzal magyarázhatjuk, hogy a város elsőrendű szennyforrását ma már a gyárak képezik, amelyek a nap folyamán szakadatlanul, 3 műszakban ontják a füstöt a város légtérébe, sőt a házi tüzelés sem mutat reggeli maximumot, hanem a nap folyamán egyenletesen oszlik el; másrészt a város szennyezett levegőjét az Intézet felé szállító és a budai hegyek előterében a szennyeződés felhalmozódását előidéző E, SE szélirányok gyakorisága a vizsgált napokon rendkívül nagy. E hatások, valamint a párányomás növekvő tendenciája, a sugárzáscsökkenést fokozzák, a ködösülés és a napmagasság növekedése viszont ellenkező hatást fejt ki. A sugárzáscsökkenésnek a délelőtti órákban szinte alig változó magas értékeit e hatások és ellenhatások eredményezik. A délutáni órák alacsonyabb értékeit jelen esetben is a tisztább budai levegő átsugárzásával magyarázhatjuk.

3. Péczely Gy. az 1954—56. időszak különböző makroszinoptikus helyzeteiben vizsgálta az Intézet és a lőrinci Obszervatórium globálsugárzásainak viszonyát [6]. Az Intézetben mért sugárzásösszegeket minden helyzetben kisebbnek találta az Obszervatórium teljes besugárzásainál. A sugárzáscsökkenés legnagyobb, 40%, az ún. anticiklon-centrum (A) helyzetekben, legkisebb, 13%, az ún. ciklon-centrum (C) helyzetekben.

A Meteorológiai Intézetben mért sugárzás csökkenése az egyes makroszinoptikus helyzetek idején, 1959/61-ben

Makroszinoptikus helyzetek		rel. gyakorisága	Sugárzáscsökkenés
típuscsoportjai			
Anticiklon-centrum Magyarország fölött	A	15 %	30 %
Déli irányítású helyzetek	mCw + Ae + CMw	39	29
Ciklon-centrum Magyarország fölött	C	2	21
Keleti irányítású helyzetek	An + AF	14	13
Nyugati irányítású helyzetek	zC + Aw + As	23	12
Északi irányítású helyzetek	mCc + AB + CMc	7	7

Az 1958/59., 1959/60., 1960/61. téli félév vizsgálata alapján mi a táblázatban közölt eredményekre jutottunk. A makroszinoptikus helyzeteket — a határozott irányítással nem rendelkező „Anticiklon-centrum Magyarország fölött” (A) és „Ciklon-centrum Magyarország fölött” (C) helyzetek kivételével — az irányításuk szerinti típuscsoportokba vontuk össze. Az északi irányítású helyzetek sugárzáscsökkenésének értékei arra engednek következtetni, hogy azon szélirányoknál, amelyek a város szennyezett levegőjét szállítják az Obszervatórium felé, az Intézet számára viszont még tiszta légáramlatokat jelentenek, az Obszervatórium környékének légtere szennyezettebb lehet. Feltevésünket igazolta a 300 m-es szint 9, 12 és 15 órai pilotszelmérései alapján kiválasztott 120—140°-os SE és 300—320°-os NW szelű napok vizsgálata. Számításaink szerint SE szelek esetén az Intézet 40 %-kal kevesebb, NW szelű napokon viszont átlagosan 7 %-kal több sugárzást kapott, mint az Obszervatórium, de több ízben élvezett 20—30 %-os sugárzás-többletet is. Ez a jelenség még kifejezettebb, vagyis az Intézet átlagcsan 10 %-többletsugárzásban részesül 320—350°-os NNW szelek esetén, amelyek Újpest, Angyalföld, a sűrűn lakott belvárosi kerületek, Kőbánya és Kispest szennyezett levegőjét szállítják az Obszervatórium felé.

Az 1958—61. periódus légáramlási viszonyai az átlagostól erősen eltértek. *Táblázatunkban* láthattuk, hogy 1958—61. között legnagyobb gyakoriságúak a déli irányítású (a talajon SE légáramlást kiváltó) makroszinoptikus helyzetek, s felülműlják az északi és nyugati irányítások együttes gyakoriságát. Ez okozhatta azt a jelenséget, hogy a jan., febr. és dec.-i inverziós napokra elvégezve a Csillagda, Intézet és Obszervatórium egyidejű összehasonlítását, eredményül azt nyertük, hogy az Intézet átlagosan 52, az Obszervatórium pedig csak 19% sugárzásvesztéseget szenved a Csillagdához képest. Az inverziós esetek kis száma miatt a különböző szélirányok szétválasztását nem lehetett elvégezni. A téli félévek összes napja közül kiválasztott gyenge SE légáramlású napokon az Intézet 28, az Obszervatórium viszont csupán 5%-kal kapott kevesebb sugárzást, mint a Csillagda. NW szelek esetén az intézeti sugárzásösszegek mutatnak kisebb, és az Obszervatóriumba érkező teljes sugárzások szenvednek nagyobb mértékű sugárzásesökkenést, amint ezt az Intézet és Obszervatórium összehasonlításánál szám szerűen kimutattuk.

Eredményeinket összefoglalva a következőket állapítottuk meg:

a) A Csillagdában és Intézetben mért globálsugárzás alapján már az 1937—39. évben kimutatható és a *légszennyeződés következményének* tulajdonítható bizonyos mértékű sugárzásesökkenés.

b) A városi levegő sugárzásesökkenető hatása 1959—61-re megnövekedett. Ezt a növekedést kimutathatóan a *légszennyeződés fokozódása* okozta.

c) Az intézeti sugárzásviszonyok nem jellemzők teljesen a szennyezett levegőjű nagyváros sugárzáséghajlatára; az obszervatóriumi sugárzási adatok viszont nem reprezentálják teljesen a városon kívüli viszonyokat. Mindkét mérőhely a szélviszonyoktól függő mértékben tükrözi a városi hatást.

Budapest légszennyeződési viszonyainak részletesebb vizsgálata megkövetelné, hogy a város egy-két, feltehetően legszennyezettebb pontján is működjék sugárzásregisztráló.

A légszennyeződés élőlényekre gyakorolt hatásainak kutatása szempontjából az ibolyántúli sugárzás biológiailag aktív tartományának összehasonlító vizsgálata lenne legértékesebb, amire az ultraibolya-dozimetralási problémák megoldása után kerülhet sor.

IRODALOM

- [1] *Hettche, H. O.*: Gesundheit und Grossstadtluft. Staub, 21. kötet, 2. szám, 48. old. Düsseldorf, 1961.
- [2] *Foitzik, L.—Hinzpeter, H.*: Sonnenstrahlung und Lufttrübung. Leipzig, 1958.
- [3] *Tárkányi Zs.*: A homályossági tényező vizsgálata. 1961. Beszámoló.
- [4] *Mórik J.*: Budapest levegőjének szennyezettsége. Településtudományi Közlemények 13. szám, 33. old. Budapest, 1961.
- [5] *Steinhauser, F.*: A városklímakutatás problémái. Időjárás 65. évf., 129. old. Budapest, 1961.
- [6] *Réthy A.*: Budapest éghajlata. Budapest, 1947.
- [7] *Takács L.*: Adatok Budapest sugárzáséghajlatához. Kandidátusi értekezés tételei. Budapest, 1961.
- [8] *Péczely Gy.*: Budapest légszennyeződése különböző makroszinoptikus helyzetekben. Időjárás 63. évf. 19. old. Budapest, 1959.

Hurrikán erejű szélvihar Szegeden

A Gale of Hurricane Intensity at Szeged (Summary). On August 18, 1962, at noon, a gale with a maximum wind velocity of 34,2 m/s occurred at Szeged. It is claimed, that this extraordinarily violent gale, possessing a rather limited regional character, could be explained in terms of the following two circumstances. On the one hand, a frontal wave was developed on a cold front at a rather remote point from its central section, as a consequence of peculiar orographical influences in the Carpathian basin. On the other hand, it is pointed out that an inflow of cold air masses was taking place in all heights of the entire troposphere, from a south-westerly direction, at a moment in which the strong heating of the sub-tropical air-masses in the region of Szeged and in the south-east of this region was still increasingly going on.

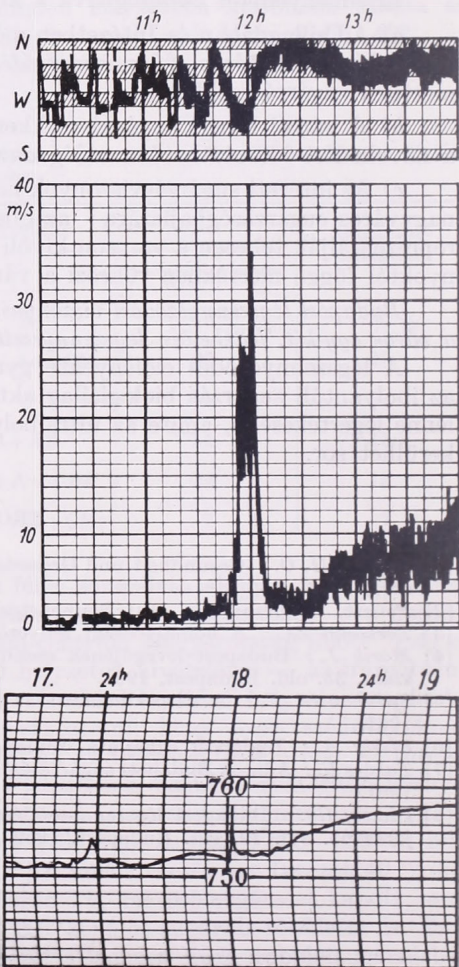
*

1962. augusztus hó 18-án délben heves vihar tombolt Szeged felett jégesővel, 26 mm csapadékot adó zivatarral. A vihar 11 h 27'-kor tört ki. A szél, amely eddig délnyugat és északnyugat között ingadozott, s az 5 m/s-os erősséget sem érte el, szinte egyik pillanatról a másikra 25—27 m/s-ra ugrott. A maximális szélsebesség 11 h 42'-kor volt, 34,2 m/s erősségű. Ez 1. ábránkon jól látható. A rendkívül erős szél mindössze 17 percig tartott, de ez elég volt ahhoz, hogy jelentős károkat okozzon ablakokban, háztetőkben s fákat csavarjon ki. Az ünnepi játékokra készülő Nemzeti Színháznak halomra döntötte a szabadtéri előadáshoz már előkészített színpalait.

Ezt a szélvihart a Kárpát-medencét körülölelő hegyláncolat miatt kialakuló különleges időjáráshelyzetek közé sorolhatjuk, amelyekről *Ozori Zoltán*nak és *Lépp Ildikónak* már jelentek meg dolgozatai az *Időjárás* hasábjain [1, 2].

Északnyugati hideg levegő betöréséről volt szó augusztus 18-án is. A hideg levegő első hulláma este és éjszaka folyamán erősen labilizálta a Kárpát-medencében levő szubtrópusi levegőt és már 17-én este és 18-ára virradóra sokfelé voltak zivatarkok, többek között Szege-

den is, 21 órakor. Ezek a zivatarkok azonban nem jártak komoly szélélénküléssel. A nyomás a zivatarkok után az egész országban emelkedett, de az ország keleti felében gyengébben, mint a Dunántúlon. Utána Szegeden a felhőzet felszakadozott s reggel 7 órakor már csak egy nyolcadnyi volt. Újabb erős gomolyfelhőképződés hirtelen ment végbe. 11 h-kor még csak 2 oktányi castellatus felhőzetet figyeltek meg, de 12 órakor

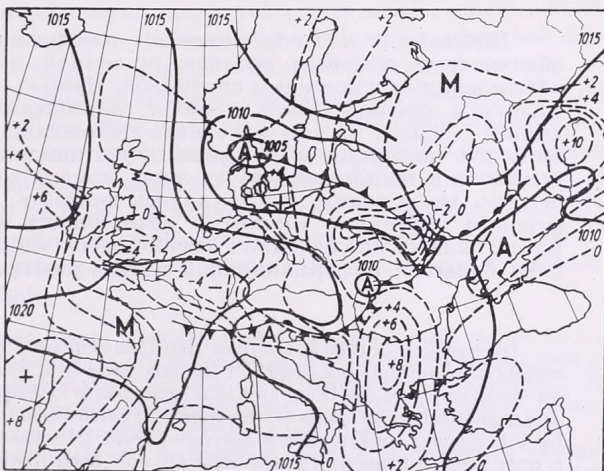


1. ábra. 1962. augusztus hó 18-i szegedi széliró és barográf szalagja a vihar idején, helyi közép-időben

az 5/8-nyi összfelhőzetből a szegedi időjárási jelentésben már zivatarfelhő szerepelt 3/8-nyi mennyiségben. A nyomás-emelkedés 10 órakor állt meg s 11 órakor az ország középső és tiszántúli részein süllyedésbe ment át.

Hogy alakultak a hőmérsékleti viszonyok? A 17-i 25—28 C°-os dunántúli maximumok 18-ára már 18—22 C°-ig mérséklődtek. Ezzel szemben a Mecsek—Duna vonaltól keletre fekvő országrészekben még 25—30 fokig emelkedett a hőmérséklet. Szegeden 12 órakor 26 fokot mutatott a hőmérő. Nagy volt a hőmérsékletkülönbség az ország keleti és nyu-

míg centrumközei szakasza okkludált állapotában már a szovjet határvidéki nyomult előre. Közismert tény, hogy a ciklon centrumától távollevő frontszakasz általában kevés aktivitással bír. A tüzetes elemzés azonban lehetőséget nyújtott egy sekély ciklon kimutatására a talajtérképen a Kárpát-medencében (2. ábra). A 850 mb-os AT térkép hőmérsékletmezejének 24 órás izallotérképe 17-én 00 h GMT-ről 18-án 00 h GMT-re — amelyet a 18-i 12 h GMT talajtérképre szaggatott vonallal rajzoltunk rá — pedig rámutat arra, hogy a hideg levegő betörése 17-én csak egészen a talajközeli



2. ábra. Időjárási talajtérkép 1962. augusztus hó 18-án 12 h GMT-kor. A szaggatott vonalak a 850 mb-os AT izallotgörbéi 1962. augusztus hó 18-án 00 h GMT-re, 17-én 00 h GMT-ről

gati fele között. Ez egyik kiváló tényezője volt az újabb zivataroknak. Kérdés, hogy mivel magyarázhatjuk azt, amit a szélregisztrálók igazolnak, hogy a hurrikán szélsébségét elérő szélvihar csupán Szegeden és közvetlen környezetében volt, míg máshol az országban voltak ugyan szélélénkülések a kora délutáni órákban, de erősségük meg sem közelítette a szegedit.

Ennek magyarázata céljából szemügyre kellett vennünk az időjárási térképeket. A ciklon magja, amelynek hidegfrontja a Kárpát-medencén áthaladt, augusztus hó 18-án 12 h GMT-kor a dániai Skagen fölött helyezkedett el. A ciklon hidegfrontjának igen távoli szakasza feküdt Magyarország felett,

rétegekben ment végbe s az egész országban nem tudott uralomra jutni. A magasabb rétegekben a hideg levegő benyomulásának ellenállt a szubtrópusi levegő, s ezzel Jugoszlávia felé terelte azt. Mint a 2. ábrán láthatjuk, a 850 mb-os szinten a hőmérséklet 24 óra alatt, különösen hazánk keleti részein és a Balkán nagy részén, a szubtrópusi levegőben tovább emelkedett. A Kárpátok északkeleti vonulata a meleg levegő feltorlódását okozta a magyar medencében. Ezzel a hullám-ciklon kialakulására s a front távoli szakaszán a frontális jelenségek felerősödésére alkalmas helyzet alakult. Szegeden a szél hirtelen, ritka nagymértékű felerősödése sem meglepő, ha meggondoljuk, hogy a

talajon már korábban, de a magasban Jugoszlávia felől csak 18-án benyomuló hideg levegő Szeged térségében találkozott össze az igen meleg szubtrópusi levegővel. Ezt igazolja a nagyon rövid idő alatt kifejlődött zivatar is, amely nemcsak Szegeden adott nagyobb mennyiségű csapadékot, hanem Szegedtől kissé északkeletre fekvő Földeákon is, 45 mm-t.

Az 1962. augusztus 18-i erősségű szélhez hasonló mérvű az elmúlt 10 év alatt Szegeden csak egyszer volt, ugyancsak 1962-ben, február 17-én, amikor a maximális szélleőkés 31,6 m/s sebességű volt.

IRODALOM: [1] *Ozorai Zoltán dr.*: Az orografikus okklúzió a Kárpát-medencében. Időjárás. 60. évf., 6. sz. 329. old. — [2] *Lépp Ildikó*: Az észak-magyarországi ciklonok kialakulásának egy példája. Időjárás. 61. évf. 2. szám. 137. old.

Czelnai Rudolf:

A felhőzet megfigyelése műholdakkal

Наблюдения над облачностью с помощью спутников. Наблюдения над облачностью обычным методом (с земной поверхности) сравниваются с наблюдениями с помощью спутников. Частью на основе анализа систематических и статистических ошибок наблюдений за облачностью, производимых с земли, частью на основе положений теории информации, можно получить численное выражение эффективности обоих методов. Эта задача решается в настоящей работе лишь приближенно и при сильных ограничениях. Но и таким путем удалось доказать, что главная выгода от применения спутников состоит в возможности сбора и анализа громадной массы данных наблюдений: именно здесь упорядочение данных не обременено большой информационной избыточностью.

*

Observations of Cloudiness from Artificial Satellites. A comparison between observation results of cloudiness obtained, on the one hand in a conventional (earth-bound) way, and on the other hand, by using artificial satellites, is attempted. By analysing the systematic and statistical errors made in the course of earth-bound observations of a cloud cover, and by introducing considerations borrowed from information theory, it is possible to obtain a quantitative measure for the reliability of both methods. In the present paper, this is done only in an approximative way and by applying a number of severe restrictions. However, it appears even from this simplified discussion, that the main advantage of using artificial satellites consists in the possibility of obtaining and processing a tremendous amount of observational data, as in this case the processing is not burdened by too great an amount of redundant information.

*

A felhőmegfigyeléssel foglalkozó régebbi tanulmányok egyik közös hiányossága, hogy a felvetődő kérdéseket csupán a vizuális becslés vonatkozásaiban tárgyalják. A mérőmódszerek fejlődésével — és főként a műholdak megjelenésével azonban — lényegesen kibővült a kérdéseknek az a köre, amelyet ma már legalábbis át szeretnénk tekinteni.

Elöljáróban egy szóhasználati kérdést kell tisztáznunk. Az alábbiakban — szerintünk félrevezető jelentése miatt — következetesen kerüljük a „felhőmennyiség” kifejezést. Továbbá megkülönböztető jelentéssel használjuk a felhőtakaróval kapcsolatban az „égbolt-fedettség” kifejezést, amely a rögzített földfelszíni pontból végzett megfigyelés „égbolt” fogalmához kapcsolódik. Ugyanis a „fedettség” teljes objektív értéke az lenne, ha egy elképzelhetetlen szem egy időpontban a földfelszín minden pontja felett felhőmegfigyelést végezne. A műholdas felhőmegfigyelések ezt az ideális esetet közelítik meg.

A kétféle fedettség összehasonlításának kérdése tulajdonképpen a földi állomásokról végzett égboltfényképezések és a műholdakról végzett felhőfényképezések közötti összehasonlítás kérdése, amelynek vizsgálata ma az egyik legkorszerűbb megfigyelés-elméleti feladat.

A feladat megoldása, a felhőmegfigyelések kétféle módszerének összehasonlítása, konkrét kísérletek útján történik, azonban szükség van bizonyos elvi megfontolásokra is ahhoz, hogy a kísérletek eredményei értelmezhetőek legyenek. A megfontolások két irányúak. Egyrészt meg kell vizsgálnunk a földről végzett vizuális és műszeres megfigyelések különbözőféle eredetű hibáit, másrészt át kell tekintenünk azokat az elvi okokat, amelyek a műholdas megfigyelések módszere mellett szólnak. Ennek megfelelően jelen tanulmányunk is két részből áll. Első részben az égbolt-fedettségre vonatkozó megfigyeléseket, a második részben pedig a műholdas megfigyeléseket elemezzük.

I. Az égbolt-fedettség vizuális és műszeres megfigyelésének elemzése

Abból indulunk ki, hogy az „égbolt” egy fiktív, csak látszólagosan létező fogalom, aminek következtében minden olyan megfigyelés vagy mérés, amely a fedettség mértékét az égbolt hányadaiban adja meg, egy eredendő módszerbeli hibát tartalmaz. A földfelszínről történő megfigyelés módszeréből azonban még más hibák is származnak a perspektivikus torzulások, stb. folytán. A módszerbeli hibák mind rendszeres hatásokban nyilvánulnak meg, ezért a véletlen hibáktól való megkülönböztetés céljából a rendszeres hibák kategóriájába soroljuk őket. Ugyanide soroljuk még mindazokat a szubjektív hibákat és műszerhibákat, amelyek az adatokban rendszeres eltéréseket okoznak. A véletlen- vagy statisztikai hibák kategóriájában viszont nem törekszünk megkülönböztetésekre, mert itt nem a kiváltó okok érdekelnek minket — amelyek amúgy is igen sokfélék —, hanem a gyakorlatban adódó statisztikus eltérések.

1. *A rendszeres hibák*, mint említettük, a véletlen hibák halmazából azzal tűnnek ki, hogy létrejöttük valamilyen létrehozó okkal hozható kapcsolatba. Ez a definíció megköveteli azt, hogy a gyakorlatban tapasztalt gyakorisági eloszlások felől közelítsük meg a kérdést. Tehát, melyek a felhőtakaró adatainak gyakorisági eloszlásaiban azok az árukkodó jegyek — ha egyáltalán vannak ilyenek — amelyekből valamilyen rendszeres hibára következtethetünk?

K. Pearson már 1897-ben kimutatta azt a jelenséget, hogy a felhőtakaróra vonatkozó adatok úgyszólván mindenféle klímájú vidéken U-eloszlást mutatnak. Vagyis a borultság fokozatok gyakorisági eloszlásának görbéje a zérus és 10/10 (teljes) felhőfedettség értékénél általában felmagasodik, a görbe minimuma pedig középtájon van. Ez az, amit érdemes megfontolnunk!

Gondoljuk meg ugyanis, hogy a teljes földfelszínre vonatkoztatva leggyakrabban az az eset fordul elő, amikor az átlagos helyzetnek megfelelően a felszint kb. 50%-ban borítja felhőzet. A valóságban távolról sem fordulhat elő az az eset, hogy az egész földfelszín felett zárt felhőzet alakul ki, vagy az, hogy sehol sincs felhő. Ezek az egész földfelszín felhőtakaróját kifejező értékek valószínűleg normál eloszlás szerint helyezkednek el a középérték körül. Kérdés: hogyan torzul ez a normál eloszlás U-eloszlássá az egyes megfigyelőállomások „égboltjára” vonatkozó adatok esetében?

A válasz aránylag egyszerű. Arról van szó, hogy egy-egy megfigyelőállomás égboltja, amit az észlelő át tud tekinteni, kicsiny a makroszinoptikus méretekhez képest. Ennek következtében aránylag gyakran előfordul az, hogy ez az égbolt valamely makroszinoptikus rendszer felhőtlen zónájába kerül, és hasonlóképpen gyakran előfordul ennek az ellenkezője is. Részleges fedettség csak helyi felhőképződés esetén, vagy egy-egy nagyobb felhőzet együttes peremén tapasztalható. Mielőtt a felhőzet felvonult: teljesen derült; miután felvonult: teljesen fedett az égbolt. Az átmeneti állapot viszonylag rövid ideig tart.

Kétségtelen tény az, hogy a fedettség U-eloszlása az ember számára a közvetlen tapasztalatot tükrözi. Reálisan mutatja azt, hogy a megfelelő földfelszíni pont felett az esetek hány százalékában lesz az égbolt derült, borult, vagy pl. 3/10 arányban fedett. Viszont ez a gyakorisági eloszlás az áttekinthető égbolt méretével szorosan összefügg és így nem vonatkoztatható nagyobb területre.

A gyakorisági eloszlás formájából kevésbé következtethetünk két, egyébként közismert, módszeres hibára: a perspektivikus torzulásból eredő eltérésekre, valamint a kulisszahatásra: ezek a hibák ugyanis nagymértékben lerontják egymás hatását.

A perspektivikus torzulás a térszögekben való becslés, ill. leképzés hibája, amely abból ered, hogy azonos nyílású térszögekhez a zenithez és a horizon közelében egészen eltérő nagyságú égboltszakaszok tartoznak. A zenittől távolodva az azonos nagyságú égboltszakaszok perspektivikusan rövidülve egyre kisebb térszögekben látszanak. Az égboltfényképezési módszerek esetében van mód arra, hogy ezt a hibát részben kiküszöböljük.

A kulisszahatás abból ered, hogy a távolabbi felhők oldalról látszanak és függőleges kiterjedésük folytán egymást részben fedik. Ily módon sok esetben látszólag zárt felhőtakaró esete áll fenn, valójában pedig e távolabbi felhők között jelentős szabad égboltszakaszok vannak. Ez a hiba égboltfényképezési módszer alkalmazása esetén sem javítható ki, különösen többszintű felhőzet esetén. Közelítő korrekciókra vonatkozóan számítási eljárások adhatnak némi támpontot [1].

A *szubjektív hibák* közé soroljuk mindazokat a hibákat, amelyek a vizuális megfigyelések esetén az észlelő személyében adott hibaforrások következtében, rendszeres hibaként jelentkeznek. Közismert jelenség pl. az, hogy az észlelő általában rendszeres hibát követ el a zenit és horizont közötti szögfelelő magasságának megítélésében. Ebből következik, hogy azok a térszögek, amelyeket azonos nyílásúknak lát, valójában különbözők ott egy függően, hogy a zenit közelében, vagy az égbolt más szakaszain helyezkednek el. Másik szubjektív hibaforrás pl. az, hogy rossz látási viszonyok: pára, köd, por, szürkület, stb. esetén az észlelő általában alábecsüli a fedettség tényleges értékét [2]. Minden olyan esetben, amikor a fedettség meghatározását nem vizuálisan, hanem valamilyen műszer segítségével végezzük, fellép egy, a műszer tulajdonságaiból eredő rendszeres hiba, amelyet *műszerhibának* nevezünk. Ez leginkább abból származik, hogy a műszer értéknysége korlátozott, aminek következtében a vizsgált égboltszakasz felületi fénységi fokozatait nem tudja elég finoman megkülönböztetni. Ebből ered pl. a vékony felhőrétegek érzékelésének fogyatékosága, és általában a ténylegesnél kisebb fedettség megadása.

2. A *véletlen hibák* elemzése értelemszerűen a tapasztalt eltérések statisztikai vizsgálata alapján végezhető el. Bizonyos következtetésekre módunk van azonban pusztán elvi megfontolások felhasználásával is. Ennek érdekében gondolatban bontsuk fel a megfigyelendő felületet véges számú elemi darabra, és egy-egy felületelemen belül csak a „felhő van”, illetve „felhő nincs” esemény bekövetkezését vizsgáljuk. Az elemi megfigyeléseket összegezve minden egyes felületelemre vonatkozóan meghatározhatjuk a „felhő van” esemény relatív gyakoriságát, és ebből határértékben annak p előfordulási valószínűségét.

Ha az előbbieken tárgyalta rendszeres hibák hatásait nem tekintjük, továbbá ha felteszük, hogy a megfigyelőállomás közelében helyi felhőképző hatás nem lép fel (pl. orografikus felhőképződés), akkor az áttekinthető, aránylag kicsiny égboltszakaszon belül azt kell kapnunk, hogy az egyes i -edik felületelemekre vonatkozó p_i valószínűségek kb. azonosak, azaz közelítőleg $p_1 = \dots = p_n = p$. Az így kapott p valószínűség értéke azonos a vizsgált „égbolt”-ra vonatkozó átlagos fedettség várható értékével. Másrészt a megfigyelés hibája is kifejezhető a p valószínűség értékével. Itt nem idézhető matematikai statisztikai megfontolások [3] szerint ugyanis ilyen esetben a statisztikai hibát jellemző szórásnégyzet a következő egyszerű formában fejezhető ki: $s^2 = p(1-p)$. A formulában p a „felhő van” esemény valószínűségét, $(1-p)$ pedig nyilván a „felhő nincs” esemény valószínűségét jelenti. A megadott, szórásnégyzetre vonatkozó formulából következik, hogy a statisztikai hiba értéke úgy függ a p valószínűsétől, hogy maximális értékét $p = 0,5$ esetén veszi fel. A statisztikai vagy véletlen hiba természetesen zérussá válik, ha $p = 1$, vagy ha $p = 0$. Ez a formulából is látható, de fizikailag is érthető, hisz ha a felhő előfordulásának valószínűsége pl. zérus, akkor ezt a tényt bármilyen megfigyelési módszerrel 100% biztonsággal konstataálni tudjuk.

A vizuális égbolt-fedettségi becslés esetében a leírt összefüggés úgy mutatkozik meg, hogy az észlelő becslése éppen félborultságnál a legbizonytalanabb. Ezért a régebbi Synop-kulcs az égbolt tizedekben végrehajtott felhőbecslés fokozatait úgy adta meg, hogy a legkisebb és legnagyobb fedettség tartományában egészen finom megkülönböztetéseket tett lehetővé, a statisztikai hibának jobban átvételt közepes fedettségeknél viszont pl. a 4-es kulcsszám egyszerre jelentette a 4/10, 5/10 és 6/10 megfigyelési értékeket. A jelenlegi kulcs a statisztikai megfontolások szempontjából kevésbé ésszerű. Ebben a 2/10 és 3/10 érték, továbbá a 7/10 és 8/10 érték van a 2-es, illetőleg a 6-os kulcsszámhoz összevonva.

II. A műholdas felhőmegfigyelések kérdései

A meteorológiai tudomány korszerű fejlődésére az jellemző, hogy totális adat-szerzésre törekszik, azaz a légköri folyamatokkal kapcsolatban „mindent, mindenről, mindenhol és mindig” tudni kívánunk. A légköri folyamatok abszolút megis-

merése természetesen csak távoli célja a meteorológiai tudományos megismerésnek, de elég határozott cél ahhoz, hogy ennek érdekében a reális lépések valóban megtörténjenek. A totális adatszerezésre való törekvés egyik jellegzetes formája az olyan mérés technikák térhódítása, amelyek nem csupán (vagy egyáltalán nem) a megfigyelés helyére vonatkozó adatokat szolgáltatnak, hanem éppenséggel távolabbi térségekről nyújtanak információt. Az ilyen megfigyelések adatainak ún. „tömegessége” nagyságrendekkel nagyobb, mint a szokványos megfigyeléseké. Pl. egyetlen radar berendezés olyan területről képes időben és térben folyamatos csapadékadatokat nyújtani, amelyben többszáz csapadékmérő állomás helyezkedik el. Hasonló a helyzet a szferikusz berendezések esetében, amelyekkel a zivatargócok helyzetét többszáz szinoptikus állomás által reprezentált térségben állapíthatjuk meg.

A műholdas megfigyelések a nagy tömegességű adatokat szolgáltatató megfigyelési módok egyik új ágát képezik. Bár kétségtelen az, hogy a műholdak többféle, meteorológiai és nem-meteorológiai tudományos megfigyelés végrehajtására alkalmasak, amelyek közül a napsugárzásra és a kozmikus hatásokra vonatkozó mérések különösen fontosak, mégis legnagyobb jelentőségűnek a felhőmegfigyeléseket tartjuk. Ugyanis a műholdas felhőmegfigyelések közvetlenül a szinoptikus gyakorlat számára nyújthatnak nagy tömegességű adatokat. Ezen a területen a totális megfigyelés célja elérhetőnek látszik.

A tömeges adatokat szolgáltatató mérés technikai eszközök (radar, szferikusz, műhold, stb.) legnagyobb előnye nem az, hogy sok adat megszerzésére alkalmasak, hanem az, hogy ezeket az adatokat rendkívül gyorsan (általában automatikusan) begyűjtik. Míg a földi megfigyelőállomások adatainak továbbítása, gyűjtése, rendezése, és feldolgozása meglehetősen nehézkesen, közvetlen emberi munkaerő igénybevételével történik, addig pl. az időjárás radar az egyes térbeli pontokra vonatkozó megfigyeléseket összegyűjtve és „helyrerakva” prezentálja a radarerőnyön. A műhold repülés közben gyűjti be az adatokat, és megfelelően rendezve továbbítja azokat a földi állomások számára. Ebből a szempontból azonban különbséget kell tennünk az eddig alkalmazott, és a jövőben alkalmazásra kerülő, tervezett műholdak technikája között.

Az eddig felbocsátott *Tiros* műholdak pl. egy-egy TV képen 1200 km átmérőjű területet rögzítenek, és a TV kép felbontása kb. 2,5–3 km. Az így készült képeket kobrdinátá hálózattal kellett ellátni ahhoz, hogy a képek a valóságos helyzetnek megfelelően egymás mellé illeszthetők legyenek. A képanyag kiértékelése és összeillesztése jelenleg még meglehetősen nehézkes művelet. A tervezett perspektivikus felhőmegfigyelési program ehhez képest lényegesen nagyobb lehetőségeket ígér [4]. Úgy tervezik, hogy az egyenlítő síkjában, egymástól egyenlő távolságra négy stacionárius műhold kering majd, a Földtől 35 700 km távolságban. Ezek a stacionárius műholdak, tekintettel arra, hogy a földdel együtt forognak, mindig ugyanazon földfelszíni pont felett helyezkednek el. A négy műhold TV képei a 0°-os északi és déli szélességek közötti sávban teljes fedést biztosítanak. A poláris területekre 108 perces keringési idejű, 1000 km magasságban haladó két műhold nyújt 6 óránkénti fedést.

Ebből itt csupán annyit kell kiemelnünk, hogy a totális megfigyelés feladata a földfelszín felhőtakarójára vonatkozóan reálisan megvalósítható, már összesen 6 műhold segítségével is. Nagyon leegyszerűsítve a kérdést, lényegében az egész feladatról elmondhatjuk, hogy az egyes képek azonosításával kapcsolatos feladatok itt rendkívüli mértékben egyszerűsödnek, mivel kevésszámú, de nagyméretű TV-kép készül. A TV kamerák felbontóképessége az 1000 km magasan keringő két műhold esetében (a tervek szerint) 0,5 km. Viszont a stacionárius műholdak

esetében csak 10—15 km-nél nagyobb felület-elemek megkülönböztetésére lenne lehetőség. Ebből tehát látható az, hogy a műholdas felhőmegfigyelések nem teszik lehetővé a kisméretű felhők (pl. Cu humilis) megfigyelését. Mivel ilyen szempontból korlátozottak a lehetőségek, ezért *nagyon valószínű az, hogy a földről végzett megfigyelésekre továbbra is szükség lesz.* Ugyanis a felhők rétegezetttségére és milyenségére vonatkozóan a műholdas megfigyelések nem tudnak kellő adatokat szolgáltatni.

Felvetődik a kérdés, hogy a totális megfigyelés programja esetleg nem gazdaságosabban végrehajtható-e csak földi állomások igénybevételével? Az összehasonlítás érdekében tegyük fel, hogy mindkét módszer esetében 1 km² méretű felszín-elemekre vonatkozóan nyer megállapítást a „felhő van” esemény fellépte ill. hiánya. Így az egész földfelszínre vonatkozóan 5×10^8 elemi ítéletet kell összegyűjtenünk, rendeznünk, stb. Itt feltesszük azt, csupán az egyszerű tárgyalás kedvéért, hogy egy-egy felületelem felületi fényességét elegendő csupán két fokozatban megkülönböztetnünk ahhoz, hogy ott a felhő jelenlétét megállapíthassuk. (Valójában persze ez nem elegendő.) Vegyük figyelembe azt, hogy egy-egy földi állomásról, 2 km-es felhőmagasság esetén, 45 fokos magassági szög felett mindössze kb. 12,5 km² nagyságú felhőképet látunk. Ez az az égboltszakasz, amelyre nézve kifogástalan megfigyelést tudunk végezni. Természetesen 45 foknál alacsonyabb magassági szögek-nél — fokozatosan egyre rosszabbul — át tudunk még tekinteni kb. 250 km²-nyi felületet, azonban ez már nem teljes értékű áttekintés, mivel egyre hatékonyabban lépnek fel mindazok a hibák, amelyeket a módszerből eredő hibák csoportjában tárgyaltunk. Fogadjuk azonban el azt, hogy egy-egy égboltkép 250 felületelem reprezentálására alkalmas. Ebben az esetben a teljes megfigyelési programot végre tudjuk hajtani kétmillió égboltfényképező állomással.

Kétmillió olyan állomás, amelyen az égboltot rendszeresen fényképezik, már magában véve irreális. (Különösen akkor, ha meggondoljuk, hogy a földfelszín 2/3 része óceán.) Ugyanakkor nem elképzelhetetlen annyi műhold szolgálatban tartása, amennyi e programot végre tudja hajtani — figyelembe véve azt, hogy más, nem meteorológiai célú műholdak is végezhetnek ilyen kooperatív megfigyeléseket. De még reménytelenebbé válik a földi égbolt-fényképező hálózat megoldása, ha arra gondolunk, hogy ezen állomások adatait gyorsan be is akarjuk gyűjteni. Minden bizonnyal műholdakat kellene igénybe vennünk a rádióüzenetek gyors továbbításához. Továbbra is megoldatlan maradna azonban a hatalmas adattömeg rendezése.

Ezzel kapcsolatban rá kell mutatnunk egy olyan meggondolásra, amely magában véve eldönti a kérdést. Arról van szó, hogy meghatározott mennyiségű információ szétküldése, ill. begyűjtése merőben különböző feladat. Például egy televíziós adó-állomás 1 másodperc alatt kb. 4 millió adatot továbbít, és ezt egy nagyszámú vevő-állomás könnyedén venni tudja. Ha ennek az információmennyiségnek csak egy-huszd részét kellene 1 másodperc alatt újra összegyűjtenünk a távoli szétszórott állomásokról — ebbe a feladatba belebukna a mai technikának teljes latbavetése is. Az ugyanis, hogy az egyes adatok a helyükre kerüljenek — ilyen nagyszámú adat esetén — a legnehezebb kérdéseket veti fel. A televíziós kép kisugárzásakor a jelek pusztá sorrendje meghatározza az egyes jelek helyét. Az adatok begyűjtése esetén azonban minden adathoz hozzá kell fűznünk az eredetére vonatkozó pontos információt úgy, hogy annak segítségével minden adat automatikusan a helyére találjon. A kétféle feladat közötti viszonyt egy hasonlat érzékelteti: Első lépésben egy urnába rakjunk be egyenként bizonyos számú megszámozott golyót úgy, hogy a golyók sorrend szerint helyezkedjenek el. Második lépésben egyetlen mozdulattal öntsük ki a golyókat. Nyilvánvaló, hogy az előbbi volt a viszonylag nehezebb művelet,

még hozzá annál inkább, mennél több golyót raktunk az urnába. (Az információk begyűjtésének ez a sajátossága is utal többek között az entrópia és az információ-mennyiség közötti kapcsolatra.)

A műholdak esetében más a helyzet. Itt nincs szükség az egyes felületelemekre vonatkozó adatok helyének megadására, mivel a TV-képen belül minden egyes adat helye a sorrend alapján adott. A teljes kép helyzetének azonosítása pedig az alkalmazott távközlő rendszer minden további terhelése nélkül egyszerűen megoldható oly módon, hogy a képre rávetítik a földrajzi koordinátákat is.

A továbbiakban végezzünk egy számítást — nagyon erős egyszerűsítő feltételek mellett — arra vonatkozóan, hogy adott terület felhőzeti viszonyainak leírása milyen információmennyiséget igényel. Tételezzük fel, hogy n darab elemi égboltszakaszra vonatkozóan kell megállapítanunk a „felhő van” esemény bekövetkezését, ill. hiányát, azaz egy-egy elemi felületre vonatkozóan a felületi fényesség értékét 2 fokozatban kell megkülönböztetnünk. A „felhő van” esemény valószínűségét jelöljük p -vel. A másik esemény valószínűsége természetesen $(1 - p)$ lesz. Ha a felületelemek száma tart a végtelenhez, akkor az első esemény közelítőleg pn felületelem esetében lép fel, a második pedig $(1 - p)n$ felületelem esetében. A mérést n pontra vonatkozóan kell elvégeznünk, és az adatokat n tagú üzenetben kell továbbítanunk. Egy-egy ilyen n tagot tartalmazó üzenet szolgáltatja a felhőzet eloszlására vonatkozó információt. Az egyes üzenetek csak a különböző jelek sorrendjében különböznek egymástól. Minden üzenet egyforma q valószínűséggel fordul elő. Azonban együtt minden üzenet n darab különböző p_i valószínűségű esemény együttes bekövetkezése, tehát a független események együttes bekövetkezésének valószínűségére vonatkozó formula alapján számolva:

$$q = \prod p_i$$

Vizsont mint már jeleztük, esetünkben az üzenet jelei csupán kétféle eseményt jelentenek, amelyek közül az egyiknek valószínűsége p , a másiké $(1 - p)$. Az előbbi esemény pn -szer fordul elő, az utóbbi $(1 - p)n$ esetben. Tehát:

$$q = p^{pn} \cdot (1 - p)^{(1-p)n}$$

Vezessük most be az i információmennyiség értékét, amely azt fejezi ki, hogy a minket érdeklő üzenetet az összes lehetséges üzenetek közül hányszori választással tudjuk végül kiválasztani. Ha a lehetséges üzenetek számát m -mel jelöljük, akkor a szükséges választások számát m -nek kettes alapú logaritmusá adja, azaz:

$$i = \log_2 m \quad \text{biner egység (b. e.)}$$

Kifejezhetjük azonban ezt a q valószínűséggel is, mivel tudjuk, hogy az egyenlő valószínűségű üzenetek száma (m) határértékben az egyes üzenetek előfordulási valószínűségének reciprok értékével lesz egyenlő, azaz: $m = 1/q$. Figyelembe véve azt, hogy $\log 1/q = -\log q$, kapjuk, hogy:

$$i = -\log_2 q \quad \text{(b. e.)}$$

Az üzenet egyetlen jelére jutó információmennyiség, amit H -val jelölünk, az előbbinek $1/n$ -szerese, azaz:

$$H = -(1/n) \cdot \log_2 q$$

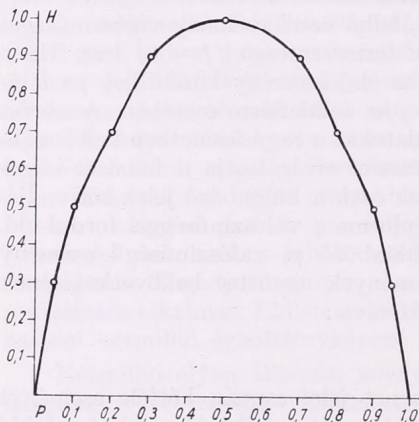
Ha ide behelyettesítjük q -nak az előbbieken megadott, logaritmizált értékét, akkor:

$$H = -[p \cdot \log_2 p + (1 - p) \cdot \log_2 (1 - p)]$$

Nézzük meg most, hogyan függ H értéke a p valószínűség értékétől? A formula

alapján megrajzolt 1. ábrán látható, hogy az információ mennyisége $p = 0,5$ esetén maximális, ekkor $H = 1$. Ha p értéke tart az 1-hez, vagy a zérushoz, akkor H értéke tart a zérushoz, azaz nem tartalmaz információt az olyan üzenet, amiből apriori ismert dolgot tudunk meg. Más úton ugyanazt az eredményt kaptuk, mint amit az I. fejezetben elemi matematikai statisztikai módszerrel kimutattunk, miszerint a fedettség megfigyelése félborultságnál a legnehezebb. Ott ezt úgy fogalmaztuk meg, hogy a mérési hiba $p = 0,5$ -nél maximális, most pedig úgy, hogy $p = 0,5$ esetén van szükségünk maximális információmennyiségre. Az információelméleti megfontolás annyiból nyújt többet, hogy az itt megadott H érték közvetlenül a műszaki feladatra utal.

Példaként nézzük meg azt az esetet, amikor az előbbieken említett 5×10^8 felületelemre vonatkozóan kell megfigyelést végeznünk! Eszerint a műholdaknak



1. ábra.

együttesen 5×10^8 jelből álló üzenetet kell továbbítaniuk. Tegyük fel, hogy a felhőzet valószínűsége a földfelszín bármely pontja felett 0,5 (ami ismét erős egyszerűsítő feltétel, de csak a kiszámítandó információmennyiség növelését okozza). Ekkor az 1. ábra szerint azt kapjuk, hogy az üzenet egyetlen jele 1 b. e. információmennyiséggel rendelkezik. Tehát az üzenet teljes információtartalma: 5×10^8 b. e.

Végezzünk most hasonló számítást arra az esetre vonatkozóan, amikor kétmillió égboltfényképező állomás adatait kell begyűjtenünk. Itt minden egyes (tehát összesen 5×10^6) adathoz hozzá kell kapcsolnunk egy olyan üzenetet, amely a megfelelő adat helyét megadja. Gyakorlatilag nem lehet komolyan kihasználni azt az

előnyt, hogy egy-egy állomás egyszerre 250 adatot szolgáltat, mert ha nem fűzünk minden adathoz külön azonosító üzenetet, akkor cserében arról kell gondoskodnunk, hogy a 250 adat együtt maradjon, ami hasonló nehézségekkel jár.

Ha kiszámítjuk azt, hogy mekkora információmennyiség szükséges egy adat helyének megadásához, akkor eredményül 28 b. e. információmennyiséget kapunk, más szóval minden egyes adatot a korábbi egyetlen jel helyett $28 + 1$ jellel kell kifejeznünk, azaz a begyűjtendő jelek tömege közel 30-szorosára nő. Természetesen ezzel csak lehetővé tettük az adatok azonosítását, és más kérdés az, hogy ilyen adattömegnél ez az azonosítás technikailag hogyan oldható meg.

Ebből a megfontolásból nyilvánvalóan látható, hogy a totális megfigyelés programjának legösszegebb megoldását a műholdak biztosítják.

IRODALOM

- [1] *Tóth Pál*: Néhány megfontolás a felhőzet és csapadék numerikus előrejelzésével kapcsolatban. Beszámoló az 1958-ban végzett tudományos kutatásokról. Budapest, 1959. (48–51. o.)
- [2] *Takács Lajos—Zách Alfréd*: Az éjszakai felhőzet észlelhetősége. Időjárás. 1959. július–augusztus (4). (199–206. o.)
- [3] *Czelnai Rudolf*: Részletek a matematikai statisztika tárgyköréből. Budapest, 1956.
- [4] *Szepesi Dezső*: A meteorológiai mesterséges holdakkal végzett kutatások kezdeti eredményei. Beszámoló az 1961-ben végzett tudományos kutatásokról. Budapest, 1962.

Néhány gondolat a mesterséges esőkeltés jogi vonatkozásairól

Несколько мыслей о юридических аспектах искусственного вызывания осадков. Автор ставит три главных вопроса: какой орган может быть уполномочен распоряжаться искусственным вызыванием дождя; на основе каких физических критериев; в какой мере искусственное вызывание дождя может считаться так наз. опасным мероприятием? Так как независимое государство имеет полный и исключительный суверенитет на свое воздушное пространство, оно имеет право распоряжаться и этими «ресурсами осадков»; это право составляет часть концепции суверенитета. Несмотря на это, решение вопроса требует международного соглашения, которое могло бы быть легко достигнуто усилиями Всемирной Метеорологической Организации. Законным основанием для распоряжения об искусственном вызывании осадков автор считает наличие длительного периода сухой погоды. Признаки опасного мероприятия существуют в искусственном вызывании осадков. Однако, теперь существуют такие средства и методы, которые могут устранить или, по крайней мере, существенно ограничить опасные последствия. Автор подчеркивает предварительный характер своих соображений и необходимость международного сотрудничества по этому вопросу.

✱

Some Reflections on the Legal Aspects of the Artificial Induction of Precipitations. Three main questions are raised by the Author. First, which authorities shall be empowered to decide upon the execution of an artificial rain-making action; what are the physical quantities available for obtaining a guidance in such a decision; and in which extent the artificial induction of precipitations should be regarded as a so-called perilous undertaking. As an independent state is possessing, in regard of the air-space over its territory, a full and exclusive sovereignty, it follows that it has the right to dispose over its "precipitation resources" as well, this right forming a part of the conception of sovereignty. In spite of these circumstances, the solution of this problem requires an international agreement, which could be easily obtained by the efforts of WMO. As a criterion for the righteousness of the execution of measures aiming at an artificial induction of precipitation, the Author is advocating the occurrence of a prolonged period of dry weather. The features of a perilous undertaking are present in artificial rain-making, although there exist, now-a-days, means and methods by which the harmful consequences could be eliminated or at least essentially restricted. The preliminary character of these discussions is particularly emphasized and the necessity of international scientific co-operation on this subject is pointed out.

✱

Az eső, a csapadék mindennapos, természetes jelenség. Látszatra jogi vizsgálódást nem is igényel. De csak látszatra. Amint az esőhiány, csapadékszegénység, szárazság és aszály szemszögéből nézzük, és mint ilyen jelenséggel szemben orvoslást keresünk, hamarosan más jelentést, sőt jelentőséget kapnak e szavak — jogilag is.

Vessük fel tehát az első kérdést. Ha csapadékhiány van, lehet-e, kell-e, s ha igen, hogyan lehet csapadékról gondoskodni? Itt már fel is merülnek az első jogi problémák.

Ha ugyanis megvan a természettudományos és technikai lehetőség az esőkeltésre, akkor ki, vagy milyen hatóság állapíthatja meg az esőkeltés szükségességét, milyen ismérvek alapján és milyen mértékben? Vegyük sorra e kérdéseket.

Milyen szerv állapítsa meg az esőkeltés szükségességét? E kérdés belső, hazai vonatkozásban nem megoldhatatlan, mert csak szervezéstechnikai intézkedést igényel, s bármely ország kijelölhet, vagy felállíthat erre egy szervet. De nem ilyen egyszerű a megoldása a kérdésnek az egymással szomszédos, kis területű államok viszonylatában, minden ország határterületei tekintetében, és általában nemzetközi vonatkozásban, mert érintve vannak a szomszéd, sőt esetleg távolabbi államok

érdekei is. Itt tehát bővülnek a jogi szempontok, mert a hazaiak mellé nemzetközi vonatkozásúak is kerülnek.

Ezzel kapcsolatos a következő megfontolás. Az állam szuverén hatalma kiterjed a természeti kincsekre. Az „ingatlan” kincsek helyzete nem is vitás, de más a helyzet az „ingó”, mozgó, nemzeti vagyonrészeknél. Az országok gazdasági tényezőihez odatartoznak a folyóvizek, állóvizek is. Ám de mi a helyzet a levegőnél és a levegőben levő felhőknel? Nem vitás, hogy a felhők és víztartalmuk szorosan hozzátartozik az illető ország gazdasági és életlehetőségeihez, körülményeihez. Hiszen vannak közismerten csapadékdús és szegény vidékek az egyes országokban és ilyen országok az egyes kontinenseken. A dús csapadék, mondjuk, Salzburgnak és így Ausztriának egyik jóformán állandó időjárás és gazdasági tényezője, ahogy pl. a szárazság jellemzi az Arab-félszigetet és országait. A csapadék-„vagyon” tehát ugyanúgy beleszámítódik az egyes országok körülményeibe, mint pl. a folyóvizek által képviselt elemek : a folyóvíz-vagyon.

De hasonlítható-e a felhőkben levő csapadék-vagyon a folyókban levő víz-vagyonhoz? Nem, vagy legalábbis lényeges módosításokkal. A víz-vagyonra állandóan lehet számítani, hiszen a folyóknak állandó medrük van és vízmennyiségük, nem tekintve az időszakos természeti jelenségeket — mint amilyen az áradás, apadás — állandónak vehető az egyes országok természeti és gazdasági tényezői között.

A felhőkben levő „csapadék-vagyon”-ra ez a megállapítás nem vonatkozik olyan bizonyossággal, mint a folyóvizekre, mert a belőlük származó és nyerhető csapadékmennyiségre nem lehet állandóan számítani. A felhőkben levő vízmennyiség tehát nem annyira feltétlen része az illető ország gazdasági tényezőinek, mint a folyóvízi kincs.

Az azonban nem vitás, hogy jogilag, mégpedig mind belső államjogilag, mind pedig nemzetközi jogilag is, minden állam szuverenitása kiterjed a légiterére és így a légiterében levő felhőkre is. Ez alapon az államok valóban szabadon „gazdálkodhatnak” a területük fölött levő felhővagyonnal, de ez nem korlátlan szabadság. A felhők ugyanis átlépik az országhatárokat és a bennük levő vízmennyiség kicsapódására irányuló intézkedések érinthetik, sőt a legtöbb esetben érintik is a szomszéd állam, vagy államok érdekeit.

Konkréten : az egymással szomszédos X és Y államban aszály van. X államban csapadékkal bízható felhők képződnek, vagy pedig M állam felől érkeznek X állam fölé felhők. A széljárás olyan, hogy az eddigi tapasztalatok alapján e felhők minden valószínűség szerint Y állam fölé is eljutnának és ott is adnának alkalmas csapadékot. Jogában áll-e X államnak a csapadékot „kikényszeríteni”? Ugyanez a kérdés belső viszonylatban is felmerülhet az egyes országok különböző vidékei között.

De fölmerülnek még más kérdések is. Így pl. az, hogy milyen alapon rendelhető el mesterséges csapadék előidézésére irányuló ténykedés? Ez abból a szempontból is fontos, hogy előállhat olyan helyzet, amikor az egyik területnek kell a csapadék, míg a másiknak nem, sőt ott a csapadék folytán esetleg természeti katasztrófa, árvíz is keletkezhet. Az egyik területen megindított mesterséges eső ui. átterjedhet máshová, ahol kárt is okozhat. Itt pedig már fölmerül a károkozás lehetősége is, ez viszont maga után vonja a felelősség, kárviselés, kártérítés további kérdéseit is.

Ma már ismeretes az a természettudományos megállapítás, hogy mesterséges esőkeltés csak akkor indokolt, ha általa legalább olyan mennyiségben nyerhető csapadék, mint a természetes esőadta mennyiség. Itt is jelentkezhethet bizonyos kárforrás, mivel előfordulhat, hogy a mesterséges eső nem hogy kevesebb csapadékkal jár, mint a természetes, hanem annak lehetősége is megvan, hogy átcsap természe-

tes esőbe, sőt zivatarrá is válhat. Itt említjük meg, hogy a mesterségesen létrehozott tornádókkal folytatott kísérletek folyamán eddig károkozás nem történt, így valószínű a műszaki lehetősége annak is, hogy a mesterséges esőnél is el lehet ezt érni.

Másik kérdés az, hogy mely szerv és milyen föltételek mellett rendelheti el a mesterséges esőkeltést és milyen határig viselheti a felelősséget, mert ennek a kérdése is megtárgyalást igényel.

Az erre vonatkozó válaszkor induljunk ki abból, hogy mikor lehet természetes eső? A Bergeron—Findeisen-féle elmélet szerint természetes csapadék akkor keletkezik, ha a túlhűlt felhőben bizonyos számú jégszemcse jelenik meg és ezek a jégszemek az átgőzölés következtében megnönek a szükséges nagyságra. Esőkeltéskor mesterségesen idézik elő ezeket a jégszemcséket olyan felhőben, amelyben jégszemek nincsenek jelen. E felhőkben, ha csak nem állunk ún. túlnukleálással szemben, azonnal megindul a csapadék keletkezése. Ez esetben tehát valószínű, hogy a csapadék a kívánt helyen, illetve a kívánt terület fölött hullik. Ez különösen a szárazjéggel végrehajtott mesterséges esőkeltéskor várható.

Ám de más lehetőséggel járhat a mesterséges esőkeltés másik anyagának, az ezüstjodidnak az alkalmazása. Ha ugyanis felhőtlen időben bocsátunk ezüstjodid füstöt a levegőbe, akkor fennáll a lehetősége annak, hogy az nagyobb utat tesz meg a légkörben és esetleg napok múlva, távoli vidék fölött jut érintkezésbe túlhűlt felhővel és így kelt mesterséges esőt.

Ezüstjodiddal tehát még távoli vidékek időjárásának az alakulását is befolyásolni lehet. Tehát ott is keletkezhet csapadék, ahol nem szükséges, sőt egyenesen káros. Ez is kárforrás, méghozzá adott esetben nemzetközi vonatkozásokkal bíró kárforrás.

Fölmerül még egy érdekes kérdés. A mesterséges eső más vidékek esőinek, csapadékának a rovására képződik-e, vagy pedig ezek változatlanul hagyása mellett növeli-e a Föld felszínének és légkörének a vízforgalmát? Ez tudományosan még teljes bizonyossággal nincs eldöntve, de alaposan föltételezhető az utóbbi eshetőség, vagyis az, hogy növeli a Föld összcsapadékát. Ez esetben nagyobb nehézségek nem jelentkeznek, de ellenkező helyzetben időszerűvé válhat az eső-vagyon eltulajdonításának, vagy jogosulatlan használatának, igénybevételének kérdése is.

Az elmondottakból tehát világosan kitűnik, milyen nagy fontosságú az, hogy mely szerv rendelheti el a mesterséges esőkeltést. Nem akarunk további fejtegetéseinknek elébevágni, de már most megjegyezzük, hogy ezt csak nemzetközi szervezet keretében lehet megfelelően megoldani. Erre talán alkalmas a Meteorológiai Világszervezet kerete is.

Végül, tekintettel némely bizonytalansági, nem befolyásolható effektusra, amelyen azt az eshetőséget értjük, hogy a mesterséges eső átváltozhat természetes esővé, vagy zivatarrá fejlődhet, s ezzel átlépve a kívánt hatást, kárt, esetleg természeti csapást okozhat, fölmerül a gondolata annak, hogy jogilag ún. „veszélyes üzem”-nek kell-e a mesterséges esőkeltést minősíteni, vagy nem.

Ezek lennének azok a jogi aggályok, helyesebben szólva észrevételek, amelyek első megfontoláskor fölmerülnek, s amelyek mindenképpen figyelmet érdemelnek. Ám az *audiatur et altera pars* elvénél fogva vizsgáljuk meg most a kérdés másik oldalát.

Ha abból a föltevésből indulunk ki, hogy a mesterséges esőkeltés növeli a Föld összcsapadékát — s ez a valószínű —, egészen más beállításban áll előttünk a probléma, s előtérbe kerül nagy gazdasági, főleg mezőgazdasági és vízgazdálkodási jelentősége. E jelentőség indokoltá teszi a megoldás jogi útjainak keresését.

Az első jogi problémának, amire már utaltunk, azon szerv kijelölését mondhatjuk, amelyik a mesterséges esőkelést elrendelheti. Ebbe a csoportba tartozik annak megállapítása is, hogy e szerv milyen okok, körülmények fennforgása esetén rendelheti el a mesterséges esőkelést.

E probléma, mint már jeleztük, kettős jellegű, mivel mesterséges eső kelésének szükségére fölmerülhet hazai és tágabb, mondjuk nemzetközi vonatkozásban is. Nem vitás ennél fogva, hogy a megoldásban is tükröződik ez a kettősség. Ezt vesszük alapul mi is.

A mesterséges esőkelés szüksége az egyes országokon belül fölmerülhet mind az ország egész, vagy túlnyomó területére nézve, mind pedig az egyes vidékek viszonylatában is. Hóni viszonylatban nem jelent nehézséget a jogosult szerv kijelölése, de nehézséget támaszt a mesterséges eső területi kihatásának tényezője. Ez elsősorban vonatkozik az egyes államok *határterületeire*. Az itt elrendelt mesterséges eső ui. áttérjedhet a szomszédos állam területére, ahol esetleg nem kívánatos a csapadék. Ebben a jellegében tehát még tágabb, ha ugyan nem kontinentális szinten is, fölmerül az a probléma, ami az egyes országokon belül jelentkezik annak vidékei között: melyik ország kapjon mesterséges esőt?

E megfontolások alapján arra az álláspontra kell helyezkednünk, hogy a mesterséges esőkelés hóni apparátusát a szuverenitás teljes fenntartása mellett nemzetközi együttműködés keretében ajánlatos beilleszteni.

További probléma, hogy milyen okok folytán és milyen körülmények között rendelhető el mesterséges eső?

Nem kétséges, hogy huzamosabb csapadékhiány, szárazság, aszály esetén. A kritérium a *huzamosság* ismerve. Ez egyúttal lehetővé teszi, hogy az elrendelésre jogosult szerv megalapozottan tudjon mérlegelni. További követelmény, hogy a csapadékhiány veszélyeztesse a kérdéses állam, annak egyes vidékei, vagy több állam termelését, s föltételezhető legyen, hogy a mesterséges eső a csapadékhiányt és az általa okozott károkat megszünteti, vagy csökkenti.

E körülmények együttes fennforgása esetén is a mesterséges esőt csak mások (az érdekelt ország egyéb vidékei, más ország, vagy országok, stb.) érdekeinek sérelme nélkül azok messzemenő védelmével, a megállapítható természettudományos, műszaki feltételek, biztonsági kikötések mellett lehet elrendelni.

E pontnál pedig eljutunk a károkozás, kártérítés és kárviselés kérdéseire. A mesterséges esőkelés valószínűleg mindig magában fogja hordani a praeterintencionális elemet, vagyis azt a lehetőséget, hogy a megvalósult eredmény több, mint amire a cselekvő szándéka irányult. Ez kétségkívül jelentős, de nem áthidalhatatlan akadály, s megoldása különösen igényli a nemzetközi együttműködést.

Mint már említettük, a mesterséges esőkelés jogilag veszélyes üzemnek minősíthető. Ezzel együtt jár az objektív felelősség elve, vagyis az, hogy károkozás esetén az üzem veszélyességéből kifolyólag az üzembentartó, üzemeltető kártérítési, kárviselési kötelezettsége is fennáll. Ez az egyik oldal, de nézzük a másik oldalt.

Ahogy a mesterséges esőkelés veszélyes üzem, ugyanúgy jelentős károsodást, adott esetben súlyos csapást jelenthet a szárazság. Így mind az egyes államoknak, mind azok összességének érdeke a csapadékhiány okozta kár elkerülése, vagy csökkentése. A döntésnél két tényező esik a latba: a veszélyesség és kárviselés. A mérlegelés nem lehet sem merev, sem egyoldalú: az álláspontokat, érdekeket egyeztetni kell. Kimondható tehát, hogy a mesterséges esőkelés veszélyes üzem, melynél ezért a nemzetközi szervezetben résztvevő valamennyi állam üzembentartónak tekintendő s így senkinek fel nem róható kár esetén felelős is, minélfogva saját kárigénnyel nem léphet fel, vagyis mintegy osztozik a „rizikóban”, vagy valami-

lyen kártalanítási alapot létesítenek, vagy pedig más módon, pl. diplomáciai úton oldják meg a konkrét kár kérdését. Honi vonatkozásban természetesen más megoldások lehetségesek.

Jelentősen befolyásolhatja a veszélyes üzem jellegét a felhőkben uralkodó metastabil állapotok felismerése. Ha ui. át lehet alakítani a felhők fizikai viszonyait, ami az esőképződés folyamatának a megszüntetését is jelenti, akkor az ún. praeterintencionális veszélyforrások is csökkenthetők, vagy ki is küszöbölhetők. Megfelelő szervezet és eszközök mellett ui. a mesterséges esőből keletkező nem kívánatos természetes esőt így meg lehet akadályozni és a csapadékot el lehet kerülni az olyan hely fölött, ahol az nem kívánatos.

Elgondolásaink nem lépnek fel a teljesség, vagy a kizárólagosság igényével. A probléma megoldására az eddig elmondottakon kívül számos más lehetőség is van. Tudomásunk van arról, hogy Párizsban már vállalat is működik abból a célból, hogy Európa, Ázsia és Afrika országaiban tevékenykedjék. Arról is tudunk, hogy több külföldi országban nem a huzamos szárazság megszüntetése érdekében végeznek mesterséges esőkeltést, hanem azért, hogy a vízierőművek a mesterséges eső révén a folyók vízhozamának növekedésével víztöbbletbe, így több és olcsóbb villamos energiához jussanak. Ezzel előállt az a helyzet, hogy ma már a száraz vidékeken kevés gyakorlati célú esőkeltést végeznek, a mesterséges esőkeltés súlypontja az előbb vázolt vízgazdálkodási szempontból áttolódott az esős területekre, hiszen a vízierőművek java az esős területeken van.

E tény látszólag ellentmond annak a kritériumnak, hogy mesterséges esőkeltést csak huzamosabb szárazság esetén szabad elrendelni. Honi vonatkozásban csakugyan fontos elem a döntésnél a vízgazdálkodás szempontja, nemzetközi síkon azonban fennmarad a legtágabb mérlegelés igénye és szüksége.

A tudományok fejlődésével az emberiség birtokába egyre több olyan eszköz jut, amely a természeti jelenségek folyamataiba való kisebb-nagyobb beavatkozásra ad módot. A mesterséges esőkeltés is ilyen eszköz. Ám ezeket az eszközöket csak úgy lehet és szabad felhasználni, hogy a fejlődést mozdítsák elő, s ne jelentsenek veszélyt az emberiség életfeltételei számára. A mesterséges esőkeltés is csak ebben az értelemben engedhető meg. Az emberiség érdekei mellett a — mondjuk így — merkantil érdekeknek háttérbe kell szorulniuk.

Sorainknak csupán puhatoló, földérintő jelleget szánunk. Ezért számos jogi, különösen nemzetközi jogi alapelv tényében nem is vizsgáljuk a kérdést. A figyelmet akarjuk csak felhívni egy olyan természettudományi problémára, amelynek a jogtudomány területén is alighanem érdekes kihatásai vannak és lehetnek, s ezért jogi vizsgálódásra is érdemes. De ösztönzőleg hat a vizsgálódásra az ENSZ 1961. december 20-i, ún. „világúri határozata” is, amely ajánlja a tagállamoknak, a WMO-nak és más szakosított szervezeteknek: „... minél hamarabb és minél behatósabban tanulmányozzák azokat a tennivalókat, amelyek célja a légrétegre vonatkozó tudomány és technológia előmozdítása”. Kétségtelen, hogy ez vonatkozik a mesterséges esőkeltés valamennyi, így jogi hatására is.

Korunk hatalmas eredményei a tudományok együttműködésén is alapulnak. Ezen együttműködés egyik lehetősége a fentebb tárgyalt probléma.

Főnjelenség Magyarországon 1962. február 6-án

Foehn in Hungary on February 6, 1962 (Summary). This is the description of a synoptical situation in which currents of a foehn-like behaviour have occurred on the south-eastern slopes of the Hungarian mountain ranges, offering characteristic features of the phenomenon in the values of meteorological quantities. The foehn process was most obvious on the down-wind side of the Mátra mountain; in cloud phenomena, it was clearly recognisable in the lee regions of the Bakony mountain as well. Moreover, the phenomenon of multiple wave development could be observed, evidences of which appearing in the cloud conditions as far as to the southern part of Kiskúnság.

*

A légnyomás, felhőzet és csapadék eloszlását ábrázoló éghajlati térképeink elemzése során gyakorta találkozzunk klimatológiai irodalmunkban a közép-hegységeink mögötti leszálló légáramlásra, főnre történő utalással [1, 2, 3]. A főnjelenséget számos tapasztalati megfigyelés mellett csupán Sopron adataiból sikerült számszerűen is kimutatni [4]. A Magyar Középhegység mögött észak—északnyugati áramlás esetén létrejövő nagyméretű léghullámok rendszeres megjelenését az újabb szinoptikus klimatológiai vizsgálatok mutatták ki [5].

Középhegységeink viszonylag csekély gerincmagassága miatt az irreverzibilis főnjelensége feltehetően ritka és főként csak télen várható. Tekintve azonban, hogy a hegyek által keletett léghullámok vertikális kiterjedése jelentékeny lehet, számolnunk kell azzal is, hogy a hegygerinc fölött átáramló légrésezcsek emelkedése és süllyedése nagyobb magasságokig kimutatható, s tekintve, hogy a hullámok amplitudója a magassággal növekedhet, a létrejövő dinamikus fölmelegedés oka lehet annak, hogy a szélárnyékos oldalon a meteorológiai elemek értékében főnre jellemző változások mutatkoznak olyankor is, amikor az áramlásnak kitett oldalon csapadékhullás nem következett be.

Alábbiakban jellemző példát kívánunk bemutatni a középhegységeink által előidézett főnszerű jelenségre az 1962. február 6-án reggel 7 órakor fennállott helyzet elemzésével. Az említett napon jellegzetes északnyugati irányítású makroszinoptikus helyzet (*Aw*) alakult ki a Kárpát-medence térségében, amint azt a 700 mb-os abszolút topográfia izohipszái bizonyítják (1. ábra).

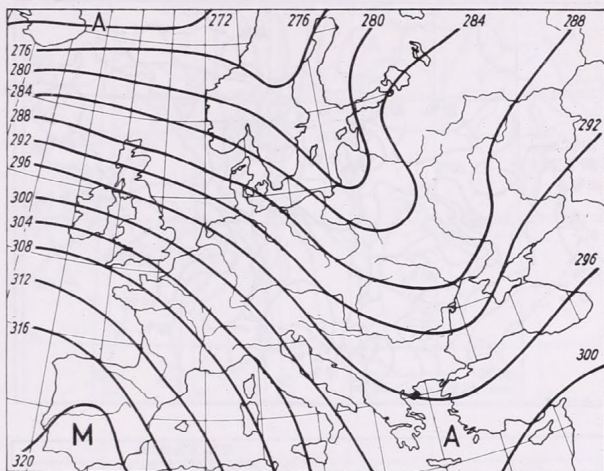
A hazánk területén működő éghajlati állomások 7 órakor végzett észleléseiből előállítottuk a hőmérséklet, nedvesség, borultság, légáramlás és légnyomás eloszlását feltüntetető térképeket. A térképek szerkesztéséhez felhasznált állomások száma a hőmérsékletnél 124, a nedvességnél 117, a borultságnál 122, a légáramlásnál 124, a légnyomásnál 36, ez utóbbiakat azonban kiegészítettük még 7 környező külföldi állomás szinoptikus térképről levett adatával; térképeink tehát már kellő részletességgel világíthatnak rá a jelenség kialakulására. A térképeket a 2—6. ábrák tüntetik föl.

A hőmérséklet, nedvesség és borultság földrajzi eloszlását bemutató térképeken egyértelműen kirajzolódik a Bakony, Mátra és a Budai hegység, továbbá a Mecsek délkeleti oldalán levő viszonylag meleg, száraz és csekély borultságú zóna, mely a hegyek mögött kialakult leszálló áramlásra utal. Különösen erős volt a levegő fölmelegedése és kiszáradása a Mátraalján Kompolton, ahol a hőmérséklet 4,7°-ra szökött fel s ugyanakkor a nedvesség 44%-ra süllyedt. Az itt észlelt erős fölmelegedést kétségteljesen *főnnek tekinthetjük*, amiről az alábbi közelítő számítás meggyőző: Válasszunk ki egy, a Mátrán áthúzódó, az áramlással megegyező NW—SE irányú metszetet. Északnyugati talpponti állomásunk legyen *Mátraverebély* (magasság 190 m, hőmérséklet 0,0°, párányomás 4,1 mm, nedvesség 90%), a

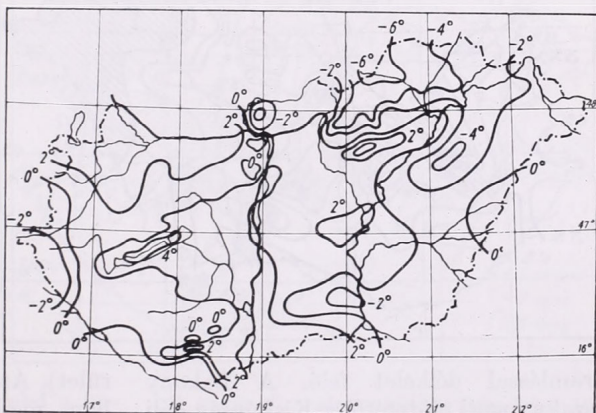
csúcsról vegyük *Galyatetőt* (magasság 930 m, hőmérséklet $-5,0^\circ$, párányomás 3,0 mm, nedvesség 95%), délkeleti talponti állomásunk pedig *Kompolt* (magasság 130 m, hőmérséklet $4,7^\circ$, párányomás 2,8 mm, nedvesség 44%). Az

adatok megbízhatóságának határain belül elég jól egyeznek az észleléssel.

A Bakony mögött a Balaton északi partszakaszán jelentkező fölmelegedés és kisebb mérvű kiszáradás nem tekinthető irreverzibilis főnnek, tekintve, hogy



1. ábra:
700 mb-os abszolút topográfia
1962. II. 6-án 0 GMT



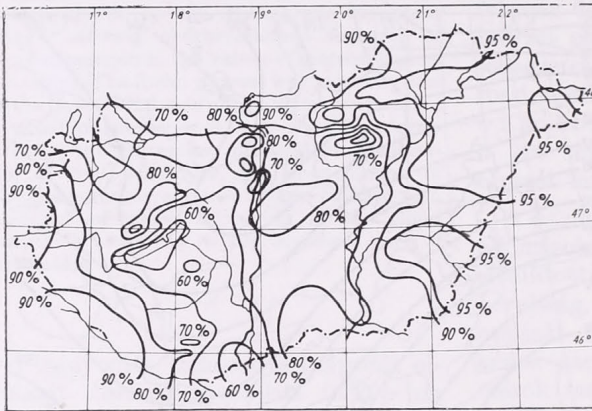
2. ábra:
A hőmérséklet eloszlása 1962.
II. 6-án 7 órakor

áramlásnak kitett oldalon a kondenzációs szint magassága Mátraverebély adataiból számítva 350 m, ennek alapján a megfelelő nedves adiabatikus hőmérsékleti gradiens figyelembevételével a Galyatetőn várható hőmérséklet $-5,7^\circ$, párányomás 3,0 mm, nedvesség 100%, míg Kompolton a várható hőmérséklet $2,3^\circ$, párányomás 3,0 mm, nedvesség 54%. Mint látjuk, a számított értékek a közelítő számítás pontosságának és az

a Bakony gerincmagasságában a nedvesség nem érte el a telítettséget. Figyelemre méltó azonban itt a *felhőzetcsökkenés*, mely a nagyobb magasságokban is jelenlevő leszálló áramlás elsőrendű bizonyítéka. A borultság mennyiségének eloszlását ábrázoló térképünk több érdekes jelenségre felhívja a figyelmet, ezért tekintsük kissé részletesebben a 4. ábrát. A már említett csekély borultságú zónát délkelet felé haladva hullám-

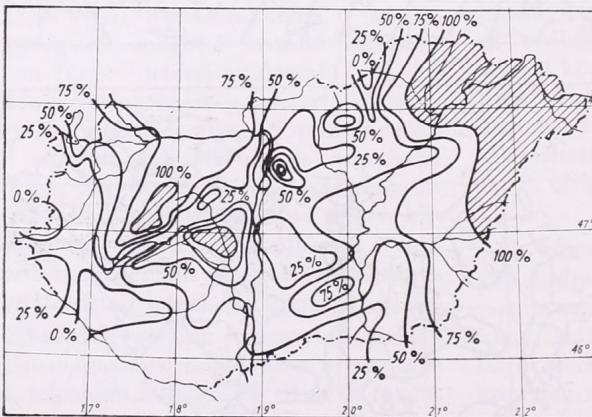
sávszerűen váltakozó nagyobb és kisebb felhőzetű zónák követik, s ezek jelenléte arra utal, hogy a Bakony hegyvonulata által keltett hullámmás nem halad az Alföld síkja fölött a vezető

hullámmás által előidézhető dinamikus hőmérsékletemelkedésnek (a Duna—Tisza közti hátság középső és déli részének viszonylag magasabb hőmérséklete a csekély borultságú zónában, s a kettő közé eső viszonylag hidegebb borult te-



3. ábra:

A nedvesség eloszlása 1962.
II. 6-án 7 órakor



4. ábra:

A borultság eloszlása 1962.
II. 6-án 7 órakor

áramlással délkelet felé. A Bakony északnyugati előterétől a Kiskunság déli részéig térképünk szerint három teljes hullámszerű jellegű következtethetünk a borultság növekedéséből és csökkenéséből s a hullámhosszak közelítőleg 70—100 km között váltakoznak. Érdekes, s véleményünk szerint nem véletlen egybeesésből származó jelenség az, hogy a felhőzetben kirajzolódó második és harmadik hullám fel- és leszálló ágainak területén is — a Duna—Tisza közén — az alacsonyabb és magasabb hőmérsékletek elhelyezkedése megfelel a

rület). Az érdekes jelenséggel kapcsolatban messzebbmenő következtetéseket majd csak akkor lehet levonni, ha kellő sűrűségű aerológiai hálózat adatai támasztják alá föltevésünket.

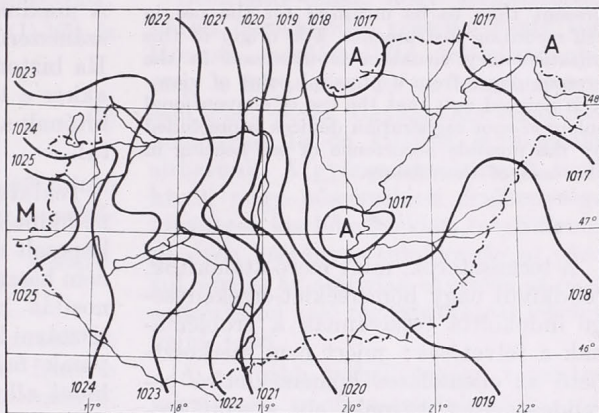
Tekintsük végül a légnyomás és légáramlás eloszlását föltüntetető térképeket (5., 6. ábrák). A légnyomás eloszlásában két jelenségre hívjuk föl a figyelmet. A legjellegzetesebb a Mátrától északra az Alacsony Tátra és a Szlovák Érchegység mögött, továbbá a Tisza középső folyása mentén az Északi Középhegység mögött kialakuló zárt izobárral rendel-

kező *dinamikus depressziós terület*, a másik pedig az izobárok *ciklonális beöblösödése* a Dunántúli Középhegység délkeleti szélárnyékos oldalán. Mindkét jelenség a hegyek mögötti leszálló áramlás jelenlétére utal. A légáramlás iránya és se-

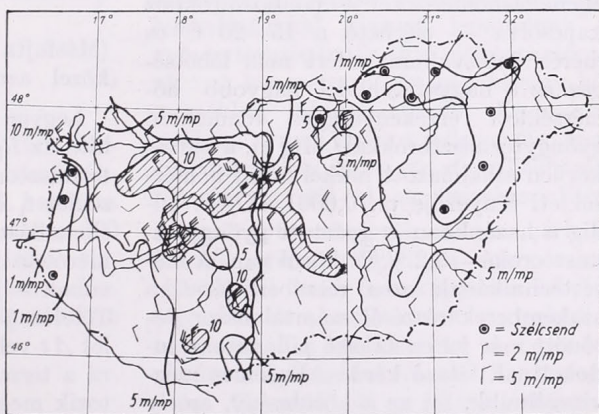
térképen az említett területen megjelenő kisebb gerinc.

IRODALOM : [1] *Bacsó N. — Kakas J. — Takács L.* : Magyarország éghajlata. 47. o. Budapest, 1953. — [2] *Hajósy F.* : Magyarország csapadékviszonyai, Budapest, 1952. —

5. ábra :
A légnyomás eloszlása 1962.
II. 6-án 7 órakor



6. ábra :
A talajközeli légáramlás 1962.
II. 6-án 7 órakor



bessége teljes mértékben megfelel a hasonló helyzetek sokaságából levezetett áramlási képnek : a Dunántúl keleti felének és a Duna—Tisza közének erős északnyugati szelei a Tiszántúl gyengülnek és az áramlás iránya W—SW-re változik [6, 7]. Az áramlás Tiszántúlon bekövetkező módosulásának oka egyfelől az áramlás szétterülése, másfelől pedig az Erdélyi Középhegység nyugati előterében kialakuló újabb emelkedő légmozgás, melynek közvetett bizonyítéka a légnyomás eloszlását feltüntetett

[3] *Bacsó N.* : Magyarország éghajlata. 107., 129. o. Budapest, 1959. — [4] *Aujeszký L.* : Föhn-jelenségek Nyugat-Magyarországon. Földrajzi Közlemények, 1933. évf., 202. o. — [5] *Pécze Gy.* : A Kárpátok és Alpok által keltett nagyméretű léghullámok visszatükröződése az átlagos nyomáseloszlásban a Kárpát-medence területén. Beszámoló az 1961-ben végzett tudományos kutatásokról. Orsz. Met. Int. Hivatalos Kiadványai, 1961. — [6] *Pécze Gy.* : Áramlási viszonyok Magyarországon különböző makroszinoptikus helyzetekben. Időjárás 61. 408. o. 1957. — [7] *Pápai Szalay G.* : Légáramlás Magyarországon északi és déli irányítású makroszinoptikus helyzetekben. Időjárás 65. 93. o. 1961.

Regisztrálás termisztorokkal

Self-Recording Thermistors (Summary). In spite of the fact that thermistors entered the field of thermometry virtually with the attitude of conquerors, they appeared till to present time to be unsuited for the use in self-recording instruments. The origin of this unsatisfactory situation is discussed in the present paper from a physical point of view: it is pointed out, that the use of conventional coloured-spot registration devices is precluded by the possible occurrence of self-heating in the case of thermistors.

*

A termisztorok, mint mérő-átalakítók, rendkívül nagy hőmérséklet-érzékenysége indokoltá teszi annak a problémának a fölvetését: miért nem szerkeszthető az ellenállásos hőmérsékletiró berendezésekhez hasonló elv szerint termisztoros regisztráló berendezés? Ha ellenálláshőmérőkkel — pontszinirókhöz kapcsolva — elérhető a 15–20 C°-os mérési intervallum, miért nem lehetséges ez a nagyságrenddel nagyobb hőmérsékleti érzékenységgel rendelkező gyöngytermisztorokkal? Míg ui. a széleskörűen alkalmazott nikkel-huzal hőmérsékleti tényezője pl. 0,0061 $\Delta\Omega/\text{C}^\circ$, addig a hazánkban is gyártott gyöngytermisztoroké — 3,2 %/C° körül van. A mérés-technikának ezen részében járatlan szakemberek részéről számtalanszor vetődött már fel ez az első pillanatban indokoltnak látszó kérdés. Érdemes megvizsgálunk, mi az a körülmény, amely a látszat ellenére is megoldhatatlanná teszi a feladatot.

Az ismeretes, hogy a termisztorok önmelegedése miatt az általuk felvett teljesítmény nem lehet tetszőleges. A teljesítményérzékenység és az önmelegedés közötti összefüggést a C teljesítményérzékenységi együttható adja meg. A gyártó cégek által megadott szám választ ad arra, hogy 1 mW betáplált teljesítmény hatására mekkora a termisztor önmelegedése. A hazai gyártmányú gyöngytermisztorok teljesítményérzékenysége $C = 2 \text{ C}^\circ/\text{mW}$. Ha előre megadjuk a

még megengedhető önmelegedést, ezzel meghatároztuk a termisztorok, mint mérőátalakítóknak a teljesítményét is. A maximális megengedett önmelegedést számszerűen 0,05°-ban szokták megadni. Ha biztonsági okokból 0,03°-ot veszünk, akkor a termisztorok, mint mérőátalakítóknak a teljesítménye egyenlő 15 μ W-tal.

Tekintve, hogy a termisztor Wheatstone-hídba kapcsolva alkalmazzuk, a hídba kapcsolt mérőműszer ezt a teljesítményt nem hasznosítja maradéktalanul. A hasznosítás hatásfokának megállapításához tisztázni kell az egyszerű híd szimmetriájának fajtáját. Általában egyenlő ágú hidat alkalmaznak, azaz

$$R_1 = R_2 = R_4 = R_3$$

(Másfajta szimmetriájú hidak esetén is közel azonos eredményekhez jutunk.)

Legyen a termisztor, mint mérőátalakító az R_1 ellenállás. Tegyük fel, hogy a termisztor ellenállása a mérendő hőmérséklet t_1 értékénél R_1 , és a híd ezen az ellenálláson kiegyenlített, úgy, hogy a mérőben folyó áram, következésképpen annak teljesítménye is nullával egyenlő. Tételezzük fel, hogy a mérendő hőmérséklet Δt -vel való megváltozásának hatására a termisztor ellenállása ΔR_1 -vel változik meg. Az ellenállás relatív változását, a $\Delta R_1/R_1$ -et jelöljük ε -nal.

Ismeretes, hogy az állandómágnesű műszerek kitérése arányos \sqrt{Pg} -vel, ahol Pg a mérőműszer teljesítménye. A hídba kapcsolt mérőműszer teljesítményét, ha $\varepsilon < 1$, itt nem részletezett számítás szerint a következő alakban írhatjuk fel egyenlőágú híd esetén:

$$Pg = U^2 \frac{\varepsilon^2}{64 R_1} \quad (1)$$

ahol U a híd tápfeszültsége.

A termisztornak, mint mérőátalakító-nak a teljesítménye a fenti szimmetria esetén :

$$P_1 = \frac{U^2}{4 R_1} \quad (2)$$

alakban írható fel. A mérő és mérőátalakító teljesítményének aránya (1)-ből és (2)-ből :

$$\frac{P_g}{P_1} = \frac{1}{16} \varepsilon^2 \quad (3)$$

lesz, ami azt jelenti, hogy a mérőbe jutó teljesítmény nem haladja meg a mérőátalakító teljesítményének $\frac{1}{16}$ ε^2 -szere-sét.

A (3) kifejezés kvantitatív elemzéséhez szükségünk van a termisztor fentebb meghatározott maximális teljesítményére ; ez $P_1 = 15 \mu W$.

Alakítsuk át (3)-at a következőképen :

$$P_g = P_1 \frac{\varepsilon^2}{16} \quad (4)$$

Legyen a kiegyenlített állapothoz tartozó hőmérséklet $t_1 = 20^\circ$, a hőmérsékletváltozás $\Delta t = 20^\circ C$. Ennek hatására egy 1000 ohmos gyöngytermisztoron 620 ohmos ellenállásváltozás jön létre. Ennek megfelelően az $\varepsilon = 0,62$; az $\varepsilon^2 = 0,38$. Az értékeket (4)-be helyettesítve kapjuk :

$$P_g \cong 0,36 \mu W$$

Tehát a mérőátalakító teljesítményéből $0,36 \mu W$ jut a mérőbe, ennek kellene a mérőt kivezérelni. A legérzékenyebb

pontszíníró-műszerének teljesítménye $0,6 \mu W$, ami azt jelenti, hogy a termisztor a 20° -os hőmérsékletváltozás ellenére sem hozza végkitérésbe a műszert. A végkitéréshez sokkal nagyobb Δt -re lenne szükség.

Belátható tehát, hogy termisztoroknál az önmelegedés veszélye miatt korlátozott mérőátalakító teljesítménnyel még a kívánatos 20° -os intervallumot sem lehet elérni. Ugyanakkor ellenálláshőmérővel 15° -os kitérést is megvalósíthatunk. A gyöngytermisztorok rendkívüli nagy hőmérsékleti érzékenysége, kívánatos kis hőmérsékleti tehetetlensége ilyen hátrányos tulajdonsággal párosul, amely az aránylag egyszerű és olcsó eszközökkel való regisztráltatást lehetővé teszi.

A nagyobb terhelhetőségű tárcsatermisztorok, mint mérőátalakítók, már nyújtanak olyan teljesítményt, amely kivezérlí a hídba kapcsolt műszert, használatukkal viszont lemondunk a gyöngytermisztorok által nyújtott előnyről : A kis méretről, és igen kicsiny hőmérsékleti tehetetlenségről. Ezek hiányában, a nem azonos jellegű, gyakori hitelesítés miatt az ellenálláshőmérők javára dől el az összehasonlítás. A gyöngytermisztorok esetén járható útként nyitva marad az egyenáramú erősítővel való összekapcsolás lehetősége. Ennek a módszernek a megbízhatósága és nem utolsósorban a berendezés ára még sok kívánnivalót hagy maga után. Ugyanakkor az ellenálláshőmérő új formája : a szövetbetétes ellenálláshőmérő tovább növeli e mérési módszer versenyképességét.

RÉTHLY ANTAL: **Időjárás események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig.** 452 (B/5) oldal, 8 kép. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1962. Ára 120,—Ft.

Az időjárás kilengéseit és az éghajlat változásait, ingadozásait ma már a legtöbb országban közel 2 évszázadra visszatekintő műszeres megfigyelések alapján figyelemmel kísérhetjük. Hazánkban pl. 1780 óta folynak ilyen műszeres megfigyelések. Nincs módunkban azonban ezt megtenni több évszázad, vagy ezer év távlatában. Az éghajlatingadozások kérdése pedig egyre inkább az érdeklődés előterébe kerül, mert a távlati tervezések megkívánják, hogy legalább a legközelebbi néhány évtized várható éghajlatát ismerjük. Ehhez a problémakörhöz kíván Réthly professzor könyve adalékokat szolgáltatni. Több évtizedes gyűjtőmunka eredményeként e műben közreadja 17 évszázad ama időjárási feljegyzéseit, amelyeket naplókából, feljegyzésekből össze lehetett szedni a Kárpát-medence térségére. A feljegyzések nagyrésze az északi, szlovákiai területekről és Erdélyből származik, hiszen akkor itt voltak a kultúrcentrumok, de sok jegyzet származik pl. Sopronból, vagy Pest-Budáról is. Sajnos azonban még így is csak mintegy 10–15%-a származik az anyagnak a mai Magyarország területéről. Természetesen elsősorban a feltűnő, katasztrófa számba menő jelenségek feljegyzései maradtak ránk; de ezek a legfontosabbak.

Réthly Antal legújabb műve 2 részre oszlik. Az elsőben a feljegyzéseket adja időrendben, a másodikban pedig 8 eredeti napló-kivonatot közöl. Név, helynév, és tárgymutatók, illetve irodalmi források jegyzéke teszi könnyen kezelhetővé és használhatóvá a művet. *Réthly Antal* az adatok összegyűjtésével, válogatásával és közzétételével nagy szolgálatot tett az éghajlat változásait, vagy az elemi csapások előfordulásait kutató szakembereknek: meteorológusoknak, hidrológusoknak, geográfusoknak egyaránt. A könyvhöz még *Bulla Béla*, az MTA azóta elhunyt levelező tagja írt előszót. Dícséret illeti az Akadémiai Kiadót is a kötet mintaszerű, könnyen áttekinthető, szép kiviteléért.

Berkes Zoltán

SZIGYÁRTÓ ZOLTÁN (szerk.): **Beszámoló a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet 1958. évi munkájáról.** Az Országos Vízügyi Főigazgatóság kiadványa. 196 (B/5) oldal, számos kép, térkép, ábra és melléklettel. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.

A kötet első része az Intézet szervezeti felépítéséről tájékoztat, a második rész az 1958. évi kutatómunka fő- és melléktemáit sorolja fel. A harmadik, egyben legterjedelmesebb rész 11 tanulmányt tartalmaz, amelyek elsősorban módszertani kérdéseket tárgyalnak ugyan, de egyben az elért eredményekről is nyújtanak szemelvényeket. E tanulmányok közül — úgy érezzük — háromra külön fel kell hívunk a meteorológusok figyelmét.

Ubell Károly *A talaj hő- és vízháztartásának összefüggése c.* tanulmánya a VITUKI kecskeméti kísérleti telepen folyó talajvízháztartási kísérleteket ismerteti. E kísérletek segítségével megállapították, hogy a talajhőmérséklet napi ingadozása jelentősen befolyásolja a talajban előálló nedvességmozgást, ennek következtében igen szoros összefüggés van a talajvíz, valamint az alsóbb és felsőbb talajrétegek vízháztartása között. A felső talajrétegben előálló napi hőmérsékletváltozás hatására a naplali órákban, a hőmérsékleti gradienst elmentéses vízgőzvándorlás alakul ki. Kimutatja a tanulmány, hogy a hőmérsékletváltozás hatására előálló vízgőzáramlásnak a *de Vries* által felállított egyenlete legalábbis a mennyiségi értékek meghatározására, nem alkalmas. Márpedig a megfigyelések szerint a nedvességmozgásnak ez a fajtája igen jelentős.

Szesztay Károly *Adalékok a Balaton hidrológiai viszonyaihoz c.* tanulmányában a tó átlagos vízforgalmának tárgyalása után az egyensúlyi állapot jellemzőit, az egyensúlyi állapot fenntartásához szükséges tófelület-vízgyűjtőterület arányt ismerteti, majd az évi közepes és az éven belüli vízszíningadozásokat szabályozó természeti tényezőket írja le és a vízszíningadozások csökkentésének lehetőségeire mutat rá. Végül a tó tavaszi legmagasabb vízállásának előrejelzésével és a további feladatok ismertetésével foglalkozik.

Zsuffa István *A Sió és a Kapos nyári árhullámainak előrejelzése csapadékból* c. dolgozatában az árhullámot megelőző bizonyos időszak csapadékát a talaj nedvességére vonatkozó mutatószámokat, valamint a meder teltségére vonatkozó adatokat figyelembe véve grafikus úton előállítható előrejelzési segédleteket közöl. Figyelemre méltó a dolgozatban e segédletek szerkesztéséhez felhasznált matematikai apparátus bemutatása.

A többi nyolc tanulmány oly szorosan a hidrológia területén marad, hogy bővebb ismeretüket meteorológus szempontból — nézetünk szerint — mellőzhetjük.

A jól szerkesztett, világosan áttekinthető Beszámoló a szerkesztőnek, a nyomdatechnikailag is szép kivitel pedig a Műszaki Könyvkiadónak, ill. az Egyetemi Nyomdának gondos munkáját dicséri.

Szepesiné Lőrincz Anna

AGROBOTANIKA. Az Országos Agrobotanikai Intézet Közleményei (Tápiószéle), III. kötet. 176 (B/5) oldal, 91 ábra, 37 táblázat. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1962.

Az Országos Agrobotanikai Intézet e kötetben már harmadízben számol be tudományos kutatásainak eredményeiről.

Bevezetőül az Intézet igazgatója, *Jánosy Andor*, az egyes osztályok és részlegek 1961. évi munkásságát ismerteti. A többi között megjegyzi, hogy a mediterrán származású, nem télálló és nem szárazságtűrő külföldi intenzív búzafajták hazánkban nagy területen csak többéves honosító termesztés után kerülhetnek termesztésre. *Kombóssy György* a dohányperonoszpóra hazai járványos elterjedését vizsgálva részletesen tárgyalja a meteorológiai viszonyokat is, amelyek döntő módon határozzák meg a járvány keletkezését. *Mándy György* 4 hazai nemesítésű rozsfajtával végzett alaktani és élettani vizsgálatának eredményeiről számol be, majd második dolgozatában 10 kukoricafajta igényeit és ökológiai jellegét taglalja. A két növény fenológiai viszonyaival kapcsolatban értékes megfigyelési adatokat közöl az egyes fenológiai fázisok megjelenési időpontjára, továbbá egyes fejlődési szakaszok tartamára vonatkozólag. *Schmidt Gabriella* csemegepaprika fajtákat hasonlított össze a tenyésztő hosszának és az éghajlati igények szempontjából. *Koch Béla* a magas olajtartalmú sáfrányszeklice nemesítés terén elért eredményeiről ad számot. *Jákó Nóra* a Martonvásári 5. számú kukorica fajta fehérje-, aminosav- és keményítőtartalmának alakulását vizsgálva megállapította, hogy hazánk területén az éghajlati különbségek a kukorica ezen alkotórészeinek mennyiségében és arányukban eltéréseket hoznak létre. *Vinceffy Imre* a nagykátai járás réjtjeinek és legelőinek minőségéről, *Sajó Zoltán* tanulmánya néhány fontosabb hazai és külföldi rizsfajta vizsgálatáról számol be.

Az Országos Agrobotanikai Intézetben folyó kutatómunkáról a nagy gonddal összeállított kötetben közölt beszámolók és tanulmányok teljes képet nyújtanak, s ezek növénytermesztő, növénykörtanos, botanikus, agrometeorológus szakember számára értékes új ismereteket nyújtanak.

Szakály József

БЕРЛЯНД, Т. Г. : Распределение солнечной радиаций на континентах. Гидрометеорологическое Издательство, Ленинград 1961. (*A napsugárzás eloszlása a kontinenseken.* Hidrometeorológiai Kiadó, Leningrád 1961.) 228 (15 × 23 cm) oldal, 88 ábra 46 táblázat, 12 térképmelléklet. Ára 1,04 rubel.

A szerző értékes, új kötetet adott a napsugárzás tanulmányozásával foglalkozó szakemberek kezébe. A mű elkészítéséhez a legújabb, a geofizikai év során végzett méréseket, s az ezek alapján készült tanulmányokat használta fel.

A napsugárzás különböző csillagászati tényezőktől való függésének tárgyalása után a szerző a sugárzásmérő műszereket mutatja be és csoportosítja. Foglalkozik a napsugárzásnak meteorológiai tényezőktől való függésével, az össz-sugárzás meghatározásának módjával, majd táblázatosan közli a különböző földrajzi szélességek lehetséges évi sugárzásokösszegeit.

A sugárzás elsősorban a felhőzet módosítja, a sugárzás vizsgálatokor figyelembe kell venni a vizsgált terület borultságát. E célból a szerző bemutatja a különböző éghajlati területek felhőzetének napi és évi járását, valamint közli azt is, hogy különböző napmagasság esetén az egyes felhőfajták az össz-sugárzás hány százalékát engedik át. A napfényes órák évi összegének földrajzi eloszlását világtérképen is bemutatja. Ezek után a különböző földrajzi szélességeken a sugárzás napi és évi alakulását, majd a szórt és teljes sugárzás egymáshoz való arányát ismerteti.

A könyv utolsó fejezete tartalmazza tulajdonképpen azt, amit címe megjelöl: Hat különálló részben tárgyalja a szerző a kontinensek sugárzásának eloszlását. 2100 állomás havi sugárzás-összege alapján készült új világtérképei a teljes besugárzás havonkénti eloszlását tárják elénk.

A mű érdeme, hogy összefoglalja a geofizikai év idején végzett napsugárzásmérések eredményeit. A kötet végén az irodalmi útmutató a szerző által felhasznált külföldi és szovjet forrásmunkák gazdag bibliográfiája.

Nagyné Dávid Aranka

RÉTHLY ANTAL — ARANYDIPLOMÁS

A szegedi egyetem szeptember 16-án tartott ünnepi évnyitó ülésén — a „József Attila Tudományegyetem” első évnyitóján — adta át *Koch Sándor* egyetemi tanár, a természet-tudományi kar dékánja *Réthly Antal* ny. meteorológiai intézeti igazgatónak az arany-diplomát annak tanúságaként, hogy első diplomájának 1912-ben történt megszerzése óta tudományos tevékenységét 16 könyv, 79 tanulmány és közel ezer cikk jelzi és igazolja, hogy az eltelt 50 év alatt fáradhatatlanul és eredményesen dolgozott a természettudományok, köztük elsősorban az éghajlatlan és a földrengés tan területén. Kívánjuk, hogy a magyar meteorológusok nesztora az arany-diploma birtokában még sok évtizeden át egészségesen dolgozhasson és élvezhesse az eredményes munka örömét! (*K. M.*)

*

A NEMZETKÖZI GEOFIZIKAI EGYÜTTMŰKÖDÉS EURÓPA-ÁZSIAI RÉGIÓJÁNAK VI. KONFERENCIÁJA

A Nemzetközi Geofizikai Év folyamán a résztvevő országok közötti koordináló munkát a mérési és észlelési anyag összegyűjtését és kicserélését az ún. régiók, illetve regionális központjaik végezték. Ilyen régió volt az európai-ázsiai régió, melynek központja Moszkvában volt. Az NGÉ 1959. december 31-én történt befejezése után a régió országai elhatározták, hogy továbbra is együttműködnek a geofizikai kutatásokban, az adatok kicserélésében és összegegyeztetik a Nyugodt Nap Évére tervezendő kutatómunkájukat is. Az évről évre megtartott regionális konferenciák sorában a hatodikát 1962. október 10–16. között Budapesten tartották.

A konferenciát a Magyar Tudományos Akadémia rendezte. A szervező munkát a Nemzetközi Geofizikai Együttműködésnek a Műszaki Tudományok Osztálya keretében létesült magyar nemzeti bizottsága végezte. A konferencián résztvett a Nyugodt Nap Évének nemzetközi szervező bizottsága részéről C. M. *Minnis* (Anglia), a bizottság titkára, J. *Boulanger* (Szovjetunió), a régió titkára, valamint Bulgária 1, Csehszlovákia 1, Lengyelország 4, Magyarország 23, Német Demokratikus Köztársaság 10 és a Szovjetunió 5 delegátusa.

Az első teljes ülésen *Boulanger* regionális

titkár a régió elmúlt évi munkájáról, *Puskow* professzor pedig a regionális központ tevékenységéről számolt be, majd a megalakult 3 munkacsoport külön-külön 4 értekezletet tartott. Itt az egyes országok delegátusai ismertették az elmúlt évben a geofizikai együttműködés terén országukban végzett munkát s az 1964–1965 időtartamra tervezett Nyugodt Nap Évének nemzeti programját. A munkacsoportok részletesen foglalkoztak a munkatervvel, elsősorban a regionális egységes jellegű kutatások érdekében. Minden munkacsoport a maga területén javaslatokat, ajánlásokat dolgozott ki, amelyeket az elnökök az október 13-án tartott második teljes ülés elé terjesztettek. A teljes ülés a kidolgozott 32 ajánlást kisebb változtatásokkal elfogadta.

Az ajánlások egyik része a világméretű nemzetközi együttműködés fejlesztésére, másik része a régió belüli koordináló munka megjavítására és végül a harmadik része az egyes országok tevékeny részvételére vonatkozik a Nyugodt Nap Évének s általában a geofizikai együttműködésnek programjában.

A nemzetközi együttműködés érdekében a konferencia a tudományos uniók nemzetközi szervezeteinek ajánlja, tegyen meg minden szükséges lépést annak érdekében, hogy az egyes országok kiküldötteinek részvételét a tudományos értekezleteken, nemzetközi üléseken ne akadályozzák s ilyen üléseket csak olyan országokban rendezzenek, amelyek az akadálytalan részvételt minden ország számára biztosítják. A konferencia felkérte a Nyugodt Nap Évének nemzetközi bizottságát, hogy hárítson el minden akadályt a Kínai Népköztársaság részvétele elől, annál is inkább, mivel Tajvan bekapcsolódása nem egyenlő értékű Kína nagyon nélkülözött részvételével.

A konferencia a Nyugodt Nap Évének Rómában összeülő teljes ülése elé terjeszt egy további ajánlást, amelyben felhívja a figyelmet a speciális megfigyelési időszakok fontosságára, a riasztóközpontok híreinek és a megfigyelési anyagnak lehető leggyorsabb továbbítására; a nemzetközi kutatások központi szervezése érdekében arra kéri a tudományos uniók nemzetközi szervezetét, hogy változatlanul tartsa fenn továbbra is a Nemzetközi Geofizikai Bizottságot és ennek albizottságaként a Nyugodt Nap Évének programjával, a Föld külső köpenyével és a mágneses világméretű felméréssel foglalkozó nemzetközi szervezeteket.

A régió belüli koordináló munka megjavítása érdekében a konferencia az egyes tudományterületeken felelősöket (reportereket), összesen 15 regionális felelőst (regionálreporter) választott, s felkérte az egyes országokat, hogy a szükséghez mérten nemzeti felelősöket jelöljenek ki s ezek lépjenek mielőbb kapcsolatba a megfelelő regionális felelőssel. A konferencia szükségesnek tartja minden év első felében regionális konferencia összehívását, ugyanekkor az elért eredményeket ismertető összejövetelek rendezését. Felkéri az egyes államok szerveit, intézeteit, tudományos akadémiait, hogy az együttműködés programjának megvalósításában személyi és anyagi keretek biztosításával legyen a nemzeti bizottságok segítségére.

A Nyugodt Nap Évének nemzetközi programjához csatlakozva a konferencia a *naptévékenységgel összefüggő geofizikai jelenségek* vizsgálatát tartja a következő évek legfontosabb feladatának. Ennek keretében ajánlja a napfizikai megfigyelések koordinálását, a mérőeszközök és módszerek egységesítését. Ajánlja továbbá szekuláris állomásokon mágneses mérések végzését, az alpműszerek összehasonlítását és új mágneses országos felmérések megkezdését.

Különösen fontosnak ítélte a konferencia a naptevékenység földi hatásainak a *magas légkörben* való vizsgálatát. Több ajánlás foglalkozik az ionoszféra-kutatások fejlesztésével (ezt javasolja többek között Magyarországon is), a magaslégtéri ózon egységes mérőprogramjával, nagymagasságú (30 km-t elérő) rádiószondás felszállásokkal, a felső légrétegek cirkulációjának, hő- és sugárzástartásának kérdéseivel.

A tágabb értelemben vett geofizikai kutatások közül a konferencia a sarkvidéki, különösen a délsarki kutatásokkal, az Atlanti-óceán és a Keleti-tenger oceanográfiai kutatásaival, a régió területére eső gleccserek kutatásával, paleomágneses, szeizmikus kutatásokkal, földkéregmozgások mechanizmusával foglalkozott s ezekre vonatkozólag is több ajánlást dolgozott ki.

Október 14-én a konferencia résztvevői megtekintették a tihanyi Geofizikai Observatóriumot.

Október 15–16-án előadás-sorozaton számoltak be a konferencia résztvevői a korszerű geofizikai kutatásokról. Két nap alatt összesen 26 előadás hangzott el a geofizika különböző területeiről. (B. B.)

*

A BELGRÁDI OBSZERVÁTORIUM 75. ÉVFORDULÓJA

A múlt század végén Milan *Nedeljkovič* (1857–1950) egyetemi tanár kezdeményezésére vetették fel Belgrádban meteorológiai

obszervatórium létesítésének a kérdését, s az, bár nem végleges helyén, 1887-ben meg is kezdte működését. 1891-ben az obszervatórium új épületbe költözött, s ebben az épületben működik még ma is a Szerb Népköztársaság Meteorológiai Obszervatóriuma, egyike azoknak a meteorológiai állomásoknak, amelyek hosszú, homogén — éppen ezért igen értékes — meteorológiai adatsorozatokkal rendelkeznek.

Az obszervatórium 1924-ig *Nedeljkovič* igazgatása alatt működött, mint csillagászati és meteorológiai obszervatórium. A két obszervatórium ekkor különvált. A meteorológiai obszervatóriumnak és a hozzátartozó észlelőhálózatnak a vezetését Pavle *Vujevič* egyetemi tanár vette át, aki hatalmas feladatot végzett az észlelő-hálózatnak az első világháború után szükségessé vált újjászervezése terén. 1947-ben a Szerb Népköztársaság Hidrometeorológiai Szolgálatra vette át az obszervatóriumot és a szerb észlelőhálózatot.

Már az 1900-as évek elején szorosabb kapcsolat alakult ki a magyar meteorológiai intézet és a szerb obszervatórium igazgatói: *Konkoly Thege* Miklós és Milan *Nedeljkovič* között. E régi baráti kapcsolatokra és a két ország meteorológiai szolgálata között jelenleg is fennálló baráti együttműködésre hivatkozva hívták meg Dr. P. *Vujevič* akadémikus, a belgrádi obszervatórium egykori igazgatója *Dési* Frigyes egyetemi tanárt, az Országos Meteorológiai Intézet igazgatóját az obszervatórium 75 éves jubileumi ünnepségeire, amelyeket 1962. szeptember 26–29. között tartottak Belgrádban. Az ünnepi ülészakon 26 tudományos előadás hangzott el Szerbia és Jugoszlávia éghajlata, időjárása, az időjárás analízise és előrejelzése, a légköri turbulencia, a meteorológiai műszerek, stb. tárgykerében. Az előadók között neves jugoszláv és külföldi meteorológusok szerepeltek. A magyar meteorológiai szolgálat vezetője, *Dési* professzor az időjárás numerikus előrejelzésének néhány problémájáról tartott előadást.

A jubileumi ünnepségeket egézsnapos szerbiai kirándulással fejezték be. (B. Cs. I.)

*

A SZOCIALISTA ÁLLAMOK KLIMATOLÓGIAI MUNKACSOPORTJÁNAK ÜLÉSE POTSDAMBAN

A szocialista országok meteorológiai szolgálatainak 1961-ben, Szófiában tartott igazgatói konferenciáján hozott határozat értelmében került sor 1962 szeptemberében a *klimatológiai munkacsoport* Potsdamba összehívott értekezletére. E munkacsoport feladata, hogy a klimatológiai területén vizsgálja meg a kutatás, a megfigyelés és adatfeldolgozás különböző időszakos kérdéseit.

E kérdések sorában a potsdami ülésen első helyen állt a hosszabbidejű előrejelzések érdekében folyó klimatológiai kutatások témáinak és módszereinek a szoros baráti együttműködés jegyében történő koordinálása, az egyes államokban folyó lyukkártyás-feldolgozó-módszerek egységesítése s így a lyukkártyákra vitt klimatológiai adattömeg cseréjének lehetővé tétele, ugyanakkor egyéb adatközlő eszközök (mikrofilmek stb.) alkalmazásának lehetősége, az éghajlatkutatás területein elért és publikált eredmények szakirodalmáról dokumentációs úton az egyes szolgálatok gyors tájékoztatása, az egyes éghajlati elemek — első rendben a légnedvesség és a talajhőmérséklet — mérésére terén egységes és korszerű megoldás alkalmazása. Ezekben és egyéb kérdésekben — mint például a regionális éghajlati térképek (klímatlasz) kidolgozásának kérdésében is — a munkacsoport ajánlásokat dolgozott ki, hogy velük kapcsolatban az 1963-ban összeülő igazgatói konferencia végleges állást foglalhasson, ill. jóváhagyhassa őket, végrehajtásukról pedig a munkacsoport 1964-ben összehívandó újabb ülésén tájékoztadjék.

A munkacsoportnak a potsdami Cecilienhofban kitűnően megrendezett, szeptember 17-től 22-ig tartott ülészakán — melynek elnöki tisztét *dr. habil W. Böer*, az NDK meteorológiai és hidrológiai szolgálata klimatológiai intézetének vezetője töltötte be — a bolgár, csehszlovák, lengyel, német, román és szovjet delegátusok között a Magyar Népköztársaság meteorológiai szolgálatát *Takács Lajos* vezetésével *Hajósy Ferenc* és *Kakas József*, az Országos Meteorológiai Intézet tud. osztályvezetői képviselték. (*K. J.*)

*

AZ ALPOK METEOROLÓGIÁJÁNAK VII. NEMZETKÖZI KONGRESSZUSA

Az Alpoknak Közép-Európa időjárására és éghajlatára gyakorolt hatásával foglalkozó VII. kongresszust 1962. szeptember 3—6 között rendezték meg Olaszországban, a Torinó tartománybeli Sauze d'Oulx-ban. A kongresszus rendezését a genovai egyetem Geofizikai és Geodéziai Intézetének igazgatója, *M. Bossolasco* professzor irányította. Az ülészakon 11 országból 110 meteorológus, közöttük a Magyar Meteorológiai Társaság képviselőiben *Szepesi Dezső*, az Országos Meteorológiai Intézet tud. munkatársa vett részt.

A szeptember 3-i megnyitó után négy nap alatt 57 előadás hangzott el. A legtöbb előadás az Alpok légáramlómódosító és csapadéknövelő hatásával foglalkozott. A magyar delegátus a Kárpát-medencén belüli orografikus csapadékképződés tárgykörében végzett hazai vizsgálatok eredményeit ismertette. Egyes előadók szemléletes felhő fényképekkel dokumentálták az Alpok hullámkeltő hatását. Sor

került a magashegyi obszervatóriumokban végzett sugárzás- és radioaktivitás-mérésnek eredményeinek ismertetésére is. Több előadás foglalkozott a légnyomás hibás redukeciója következtében az időjárási térképeken mutatkozó alpi nyomásmaximum kérdésével s az ebből származó nehézségek kiküszöbölésének a lehetőségével. Befejezésül *F. Lauscher* bécsi professzor értékelte az alpi meteorológiai kongresszusok eddigi tudományos eredményeit.

Az ülések után a kongresszus résztvevői kirándultak az 1800 m magas Sestriere-be és a 2701 m magas Fraiteve csúcsra. A kongresszus igen szívélyes légkörben, teljesen zavartalanul zajlott le, amelyért főképpen *Bossolasco* professzort és munkatársait illeti elismerés.

(*Sz. D.*)

*

AZ INDIAI METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT

India meteorológus-szemmel nézve különlegesen érdekes terület. A hatalmas országnak a Himalája délnyugati előterében fekvő része tudvalevőleg Földünk egyik legesapadékosabb területe. A nyári monszun alkalmával lezúduló hatalmas esőzések nyomán gyakran pusztító áradások keletkeznek. Emellett azonban vannak olyan területek is, melyeket megismétlődő aszályok sújtanak. A monszunt megelőző és a monszun utáni hónapokban (április—május illetve október—november) az Indiától keletre elterülő Bengáli-öbölben, de nem ritkán a tőle nyugatra levő Arab-tengeren is, heves viharciklonok alakulnak ki. Ezek rendkívül erős szeleikkel, valamint a szél által keltett szökőárhullámok útján sok emberéletet követelnek áldozatul és a nemzetgazdaságnak is jelentős anyagi károkat okoznak.

Érthető, hogy az időjárás pusztító megnyilvánulásai által ennyire érintett országban korán felismerték a meteorológiai szolgálat és kutatás megszervezésének fontosságát. Az indiai meteorológiai főhatóságot (India Meteorological Department — IMD) 87 évvel ezelőtt, 1875-ben alapították és India 1878-ban történt megalakulása óta tagja a meteorológiai világszervezetnek.

Ennek a 400 millió jóval felüli lakosságú államnak meteorológiai szolgálatát, szervezési kereteit, az ott folyó kutatásokat, a különböző problémákat már az ország földrajzi helyzeténél fogva is érdemes figyelemmel kísérnünk. Az áttekintésre igen jó alkalmat ad *P. R. Krishna Rao*-nak, az Új Delhi-i meteorológiai obszervatórium főigazgatójának tollából a „The March of India (India útja)” c. reprezentatív kulturális folyóiratban nemrég megjelent tájékoztatója.

Indiában az általános használatra szánt, a napilapok által is közölt és az Össz-Indiai Rádió (All India Radio) állomásai által is kisugárzott, egész országra szóló időjárási összefoglalókat és előrejelzéseket a Poona-i Me-

teológiai Hivatal készíti. Regionális előrejelzések India öt régiójára a Delhi-i, a Calcutta-i, a Bombay-i, a Madras-i és a Nagpur-i regionális meteorológiai hivatalok adnak ki.

A speciális szolgálatok közül a repülési időjelző szolgálat 14 nagyobb és 18 kisebb előrejelző hivaltalt tart fenn a fontos repülőtereken. Az 1960-ban kiadott összes repülési előrejelzések száma 300 000 körül volt. Az India repülési klímájának megismerésére irányuló széleskörű kutatás mellett megkezdődött a rövidesen forgalomba kerülő, 21–24 km magasságban, 3200 km/óra körüli sebességgel közlekedő szuperszónikus repülőgépek időjárási eligazítására való felkészülés is.

Az indiai meteorológiai szolgálat egyik legfontosabb funkciója a Bengáli-öbölbeli, ill. Arab-tengeri viharciklonok keletkezésével, fejlődésével, mozgásával, valamint az őket kísérő veszedelmes időjárási jelenségekkel kapcsolatos figyelmeztetéseket és veszély-jelentéseket kiadása. A kikötőket magasfokú elsőbbséget élvező táviratok útján állandóan friss tájékoztatással látják el; a kikötői hatóságok látható jelek illetve rádió-kisugárzások útján figyelmeztetik a kikötőben vagy annak közelében levő vagy a nyílt tengeren járó hajókat. Újabbban az időjárási térképek készítéséhez szükséges felszereléssel ellátott hajók tájékoztatására időjárási analíziseket is sugároznak ki.

Indiában a fő foglalkozási ág a mezőgazdaság. A meteorológiai szolgálat a kollektív gazdaságoknak és egyénileg gazdálkodóknak is igyekszik minden lehető segítséget megadni. A mezőgazdasági meteorológia művelése Indiában 1932-ben kezdődött meg. Az IMD agrometeorológiai szekciója a földművelésügyi hatóságokkal együttműködve „termés-időjárási kalendáriumokat” adott ki, melyek könnyen érthető diagrammok formájában ismertetik az egyes terményfajták szempontjából lényeges időjárási követelményeket az egész ország minden kerületére illetve évszakról évszakra. Emellett a gazdálkodókat folyamatosan idő-előrejelzésekkel és időjárási figyelmeztetésekkel látják el a „Farmers' Weather Bulletin (Napi időjárásjelentés gazdálkodók számára)” c. kiadvány, de ezzel párhuzamosan az Össz-Indiai Rádió útján is. Különös figyelmet szentelnek a monszun megindulásának és megszűnésének, a monszunban beálló kisebb szüneteknek, a várható nagy esőzéseknek, illetve aszályos időszakoknak. Az ezekkel kapcsolatos figyelmeztetéseket a közösségi gazdálkodási központokkal külön táviratok formájában is közlik.

Szorosan együttműködik a meteorológiai szolgálat a vízgazdálkodási szervekkel is. A nagy áradások, illetve az erőteljes öntözésre szoruló aszályos területek miatt a vízgazdálkodás és a vizek szabályozása a megszkott-nál jóval nagyobb jelentőségű probléma India életében. A gyakori nagy áradások az emberi települések és a természet veszélyeztetésén kívül

nagy gondot okoznak a vasútvonalak, gépkocsi-utak, hidak, táviró- és távbeszélő-létesítmények veszélyeztetésével is.

A csapadék- és széladatoknak természetesen a vízi és másfajta erőművek, gyárak és egyéb létesítmények tervezői is nagy hasznát veszik. A Calcutta-i Meteorológiai Hivatalnál egy különleges egységet szerveztek az e téren felmerülő igények kielégítésére, illetve ilyen irányú meteorológiai tanulmányok végzésére.

Túl hosszúra nyúlna ismertetésünk, ha az IMD összes munkaterületeiről meg akarnánk emlékezni. Talán kettőt célszerű még röviden megemlítenünk. Az egyik: Az IMD csaknem minden műszert és felszerelést, amire szüksége van, saját műhelyeiben és laboratóriumaiban (Új Delhiben és Poona-ban) gyárt és ellenőrzi. A másik: a kiadványok. Az Össz-indiai napi időjárásjelentésen (Indian Daily Weather Report) kívül regionális időjelentéseket, heti és havi időjárásjelentéseket és évi összefoglalót adnak ki. A tudományos kutatások eredményeit emlékiratokban (Memoirs) és az 1950 óta negyedévenként megjelenő, nálunk is ismert „Indian Journal of Meteorology and Geophysics”-ben közlik.

Az elmondottakból is megállapítható, hogy az IMD széles alapon nyugvó, jól működő szervezettel gondoskodik 87 év óta az indiai nép életének összes területén megnyilvánuló meteorológiai szükségletek kielégítéséről. A magunk részéről őszinte rokonszenvvel osztozunk P. R. Krishna Rao-nak abban az óhajában, hogy az IMD a jövőben még hatékonyabban és még szélesebb körben segíthesse India ősi kultúrájú népét a szabadság kivívása után bekövetkezett általános, nagy fölemelkedésben. (Rajkay Ö.)

*

MAGYAR METEORÓLÓGUSOK TANULMÁNYÚTJAI A SZOVJETUNIOBAN

Az Orsz. Meteorológiai Intézet műszaki osztályának két tagja, *Czelnai* Rudolf osztályvezető és *Barát* József tud. munkatárs július 17-től augusztus 2-ig kétéhetes tanulmányúton járt a Szovjetunióban az ottani hidrometeorológiai szolgálat új műszereinek és műszerhitelesítő berendezéseinek tanulmányozása végett. E program keretében Moszkvában a körzeti igazgatósághoz tartozó Műszerhitelesítő Iroda munkáját tanulmányozták, majd megtekintették a moszkvai Műszertechnikai Kutató Intézet laboratóriumában készülő legújabb mérőeszközöket, Leningrádban pedig a Központi Műszerhitelesítő Laboratóriumban és a Központi Műszerhitelesítő Irodában folyó munkáról kaptak részletes áttekintést.

A tanulmányút befejezéseket meglátogatták a kitűnően felszerelt s különleges mérőberendezésekkel ellátott vojevokói obszer-

vatóriumot is. A tanulmányutat különösen időszerűvé tette az a körülmény, hogy a szocialista országok meteorológiai szolgálata között esedékes műszerregységesítés nyomán egységes módszerek bevezetése kívánatos a műszerkarbantartás és hitelesítés terén is. A tanulmányút tapasztalatai közvetlenül éppen ezt a célt szolgálják.

A Szovjetunió hidrometeorológiai szolgáltatásban alkalmazott lyukkártyás gépi adatfeldolgozások tanulmányozása céljából, ugyancsak a magyar—szovjet műszaki tudományos együttműködés keretében, *Hajósy Ferenc*, az Orsz. Meteorológiai Intézet tájékoztató és adatfeldolgozó osztályának vezetője és *Péczely György*, az éghajlati osztály szinoptikus klimatológiai kutatócsoportjának vezetője július 24-től augusztus 10-ig volt tanulmányúton a Szovjetunióban. A tanulmányút során a Hidrometeorológiai Főigazgatóság moszkvai Aeroklimatológiai Tudományos Kutató Intézetében megismerkedtek a klimatológia, aerológia, repülési éghajlatlan és szinoptikus klimatológia területén alkalmazott lyukkártyás rendszerével, a feldolgozások programozásával és a lyukkártyák tárolásának módjával. Megtekintették az Intézet gépparkját és a főbb géptípusok működését gyakorlatban is tanulmányozták. Megismerkedtek a lyukkártyák alapján történő éghajlati adatközlés korszerű módszereivel, továbbá az Intézetben folyó klimatográfiai, szinoptikus klimatológiai, repüléséghajlati és aerológiai kutatásokkal.

A ferihegyi előrejelző osztály két tagja, *Adámy László* és *Kapovits Albert* tudományos munkatársak augusztus 28. és szeptember 8. között repülésmeteorológiai tanulmányúton vettek részt Moszkvában. A Moszkva—Vnukov-i és Moszkva-Seremetjevó-i repülőter meteorológiai szolgálata munkájának a tanulmányozása során megismerkedtek a repülőterek korszerű meteorológiai berendezésével: a látástávolság-mérő, felhőalap-mérő műszerekkel, az időjárás radar készülékkel, továbbá az időjárás kutató repülőgépek felszerelésével. Tanulmányozták továbbá a turbo-légesvaros és sugármeghajtású repülőgépek eligazításához szükséges magaslégtéri anyag feldolgozását és a repülők számára készített speciális előrejelzési térképek készítését. Moszkvában a bárius topográfiai térképek előrejelzését a Központi Prognosztikai Intézetben végzik, s onnét képtávíró segítségével továbbítják az egyes repülőterekre. Ezért meglátogatták a Központi Prognosztikai Intézet előrejelző osztályát és a Telekommunikációs Központot is. Értékes eszmecsere folytattak nemcsak a repülőtéri szolgálat operatív dolgozóival, hanem a Központi Prognosztikai Intézet repülésmeteorológiai kutatóosztályán tett látogatás alkalmával ennek vezetőjével is, s így betekintést nyerhettek az ott folyó kutatómunkába.

METEOROLÓGIAI MESTERSÉGES HOLDAK ALKALMAZÁSA A VILÁGMÉRETŰ IDŐJÁRÁSI FIGYELŐSZOLGÁLTATBAN

Mind ez ideig az időjárás képződményekről alkotott elképzeléseket az egyes meteorológiai állomások észleléseiből rakták össze. Ez a kép meglehetősen hiányos volt, mivel a Föld felületének kb. 3/4 részét tengerek borítják, ahol az észlelések igen ritkák. A mesterséges hold az első műszer, amely néhány éven belül lehetővé teszi az egész földfelszín időjárásának összefüggő, folyamatos észlelését.

A meteorológiai mesterséges holdak eddigi mérései közül legsikeresebbnek a Föld nagy területeit felélelő felhőképek és az ezekből összeállítható felhőanalízisek mondhatók. Éjszaka, amikor a televíziós felhőészlelés nem lehetséges, a 11,1 μ körüli tartományban végzett infravörös sugárzásmérések adnak képet a felhőtakaróról. E sugárzásokat a légkörön való áthaladásuk közben a vízgőz, a széndioxid és az ózon csak igen kis mértékben abszorbeálják, és így a sugárzó felszín hőmérsékletének becsülését teszik lehetővé. A felhőtökök ily módon meghatározott hőmérsékletéből magasságukra lehet következtetni. Más hullámhossz tartományokban végzett mérések lehetővé teszik a magasabb légrétegek hőmérsékleti szerkezetének, ózontartalmának és nedvességeloszlásának meghatározását.

A mesterséges hold továbbfejlesztése során lehetőségessé válik a centiméteres hullámhosszú mérése, mellyel felfedhető a csapadékos területek földrajzi eloszlása, függélyes kiterjedése és a 0°-os szint megközelítő magassága. A zivataros területeket a villámkísülések alapján a mesterséges holdon elhelyezett szferikszerkezetek fogja mérni.

Kísérleteket folytatnak abban az irányban, hogy ritka állomáshálózatú területeken előrejelzéseket végezzenek a mesterséges hold felhőképei alapján. Megvan a lehetősége annak, hogy a mesterséges hold méréseiből közvetlenül a szélre, a szélnyíródásra, a konvektív cellákra, a stabilis és instabilis légtömegekre lehessen következtetni. Ezen adatok elektronikus számítógépbe táplálva felhasználhatók rövidtávú numerikus előrejelzéseknél. A fenti méréseket rövid, ill. hosszuhullámú sugárzásmérésekkel kiegészítve lehetővé válik, hogy a Föld-légkör rendszer hőforrásait és nyelőhelyeit kvantitatíve is figyelembe vegyék a hosszútávú előrejelzések készítésénél és az általános cirkuláció vizsgálatánál.

A meteorológiai mesterséges holdakkal végzett eddigi kísérleti mérések biztató eredményekkel jártak. E méréseknek az egész földfelszínre kiterjedő operatív szolgáltatású végzése csak nemzetközi együttműködés alapján lehetséges. A kezdeti lépést ebben az irányban az ENSZ tette meg, amikor 1961. december 20-i ülésén a következő határozatot fogadta el:

1. Törekedni kell az éghajlatot befolyásoló alapvető fizikai tényezők jobb megismerésére és a nagyméretű időjárás-módosítás megvalósítására.

2. Törekedni kell az időjárás létező előrejelzési lehetőségeinek teljes mértékű felhasználására.

A fenti határozatok alapján a WMO meghívta a Szovjetunió és az Egyesült Államok szakértőit, akik néhány hetes tanácskozást folytattak. Szovjet részről V. A. Bugajev, amerikai részről H. Wexler és M. A. Alaka vettek részt a felsőszintű tárgyalásokon, de képviseltette magát az UNESCO, az ICAO és egyéb nemzetközi szervezet is. A tanácskozás eredményeit a következő pontokba foglalták össze:

1. *Nemzetközileg koordinált terv kidolgozása a meteorológiai mesterséges holdakkal kapcsolatban.* A nemzetközi koordináció vonatkozna mesterséges holdak pályájára, az észlelés típusaira, az adatok gyűjtésére és továbbítására, az észlelés pontosságának megállapítására, a kutatások összehangolására és az eredmények publikálására. A mesterséges holdak adatai nem helyettesítik, hanem inkább kiegészítik majd a szokásos meteorológiai észleléseket. A rádió- és rakétaszondázások a hőmérséklet, a nedvesség, a nyomás és a szél olyan részletes vertikális szerkezetét adják meg, amilyenre a mesterséges holdak sohasem lesznek képesek. Ezzel szemben a mesterséges holdak horizontális pásztázó képessége a felhőzet, a csapadék, a sugárzások, a szél, a hőmérséklet stb. nagy területű mérésével az egész földfelszínre kiterjedő és más módon el nem érhető fedést tud biztosítani.

2. *Az egész világra kiterjedő észlelés és előrejelző rendszer létrehozása.* Az egész világra kiterjedő észlelés és előrejelző rendszer (World Weather Watch) létrehozásának célja az előrejelzési munka gyorsítása és racionalizálása. A rendszer alapját a világközpontok és a regionális központok alkotják.

A világközpontok, amelyeket megfelelő távközlési berendezéssel szerelnek fel, a hozzájuk tartozó területek szelektált adatait veszik és kapcsolatban lesznek a mesterséges holdak levő állomásaival. Olyan elektronikus berendezésük is lesz, amely a konvencionális adatokat objektív analízis, numerikus előrejelzés, stb. formájában dolgozza fel, ezenkívül a mesterséges hold mérései alapján félgömbi vagy földgömbi méretű felhőanalíziseket és sugárzási térképeket készít. A mesterséges hold analízise és a konvencionális módon készülő analízis alapján komplex, világméretű előrejelzéseket készítenek, majd ezeket faksimile útján a regionális központok felé sugározzák és kutatási célokra raktározzák.

A regionális központok veszik a mesterséges hold által a területük felett mért, és a konvencionális meteorológiai észlelések útján nyert adatokat, s ezeket gyors adatkezelő és

analizáló berendezésekkel dolgozzák fel. Ezután regionális és mezoskalájú numerikus előrejelzéseket készítenek, külön repülési és egyéb célokra, figyelembe véve a világközpontok előrejelzéseit. Analízis és előrejelzési térképeiket faksimile útján továbbítják az egyes országok előrejelző szolgálatának. A regionális központok nem helyettesítik az egyes nemzetek előrejelző szolgálatát, csak a kényelmes felhasználáshoz előkészített formában szolgáltatják számukra a szokásos meteorológiai észlelések és a mesterséges holdak óriási mértékben megszorodott anyagát.

3. *A konvencionális meteorológiai észlelések jelenlegi hálózatának bővítése.* A tervek szerint 100 automatikus talajközeli állomást létesítenek, 30-at az északi, 70-et a déli féltekén. Ezenkívül 53 új szondázó állomást is, ebből 33-at a kontinenseken, 20-at szigeteken és hajókon. Az automatikus állomások adatait mesterséges hold fogja gyűjteni amint áthalad felettük, és továbbítja az összegyűjtött jelentéseket a leolvasó állomásoknak.

4. *A távközlési hálózat bővítése, majd a későbbiekben kommunikációs mesterséges holdak alkalmazása.* A jelenlegi távközlési lehetőségeket bővíteni kell, hogy képesek legyenek a megszorodott konvencionális és mesterséges hold adatok továbbítására. Az adatok összegyűjtése után továbbításuk már főképpen analízisek és előrejelzések formájában faksimile segítségével történik. A meteorológiai adatok távközlési problémáját a jövőben véglegesen csak a kommunikációs mesterséges holdak képesek megoldani. A fő követelmény ezen a téren interferencia-mentes rádiófrekvenciák biztosítása a meteorológiai mesterséges holdak számára.

5. *WMO Tanácsadó Bizottság létrehozása a kutatások irányítására és koordinálására.* A meteorológiai mesterséges holdak lehetőségeinek teljes kihasználása csak a meteorológiai kutatás további fejlesztése esetén lehetséges. Ugyanakkor szükség van a kutatások irányítására és koordinálására a rendelkezésre álló lehetőségek jobb kihasználása és a több országban párhuzamosan végzett kutatások elkerülése végett. Intézkedéseket kell tenni az éghajlatot befolyásoló alapvető fizikai tényezők és a nagyméretű időjárás-módosítási lehetőségek jobb megismerésére. A meteorológiai mesterséges holdak által szolgáltatott nagy mennyiségű adat ugyanis új perspektívákat tár fel a meteorológiai kutatás számára. Az emberiség a jövőben feltehetően képes lesz az időjárás és az éghajlat nagyméretű módosítására. A nagyméretű beavatkozás előtt azonban feltétlenül szükséges a lehetséges következmények részletes felmérése.

Jelen tervek megvalósulásához 5–10 év szükséges. 1965-re megvalósul a felhőzet és a sugárzások folyamatos, földgömbi méretű észlelése. Ezután belátható időn belül a követ-

kező mérések fokozatos bevezetésére kerül sor :

a) A csapadékot adó felhőrétegek területi eloszlásának és vertikális kiterjedésének mérése.

b) A zivatarok, a talajon levő légnyomás és hőmérséklet földgömbi méretű vizsgálata.

c) A magassági szelek mérése.

d) A sztratoszférában levő vastag légrétegek átlagos hőmérsékletének mérése.

e) A magaslégrétegek vízgőz- és ózontartalmának mérése.

A világméretű időjárás-figyelőszolgálat főbb központjai 5 éven belül létrejönnek. Az európai (Moszkva) és az észak-amerikai (Washington) világméretű központok 1963–65 között már működésbe lépnek. A déli félteke világméretű központjának felállítási határideje még bizonytalan. Az első regionális központot Nyugat-Európában hozzák létre 1963–64 között. Az itt szerzett tapasztalatok alapján 1970-ig felállítják a többi regionális központot is.

Egyelőre a meteorológiai mesterséges holdak adatait a jelenlegi távközlési berendezések továbbítják. Csak az 1960-as évtized vége felé várható, hogy a meteorológiai mesterséges holdakat mérőműszereken kívül adatvevő, -raktározó, -kezelő és -továbbító berendezéssel is fel tudják szerelni. Ilyen kommunikációs rendszer már kellő gyorsasággal továbbíthatja a meteorológiai anyagot, adatok és faksimile térképek alakjában. (Szepesi D.)

*

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG AGROMETEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLYA

1962. szeptember hó 13-án előadó ülést tartott a Technika Házában, amelyen Papp Béla, az Orsz. Meteorológiai Intézet martonvásári agrometeorológiai obszervatóriumának tud. munkatársa a radioaktív izotópok agrometeorológiai alkalmazásának lehetőségeit ismertette. Bevezetőben hangsúlyozta, hogy a fizikai kutatások folyamán elért eredmények mindinkább érvényesülnek a gyakorlati alkalmazás területén, többek között az agrometeorológiában is, ahol egyre több teret hódít a különböző izotópok által kibocsátott sugárzások felhasználása az eddig alkalmazott

mérési módszerek helyett. Ismertette a gamma-sugarak, illetve a neutron-forrás felhasználását a talajnedvesség meghatározásakor, valamint a talajsűrűségnek, a csapadékmennyiségnek, a hőréteg víztartalmának és a párolgó vízfelszín szintváltozásának mérésekor. Kitért a mikroszelek sebességének a sugárzási elven alapuló mérési módszerére is. A nagy érdeklődéssel kísért előadáshoz Péch László, Kéri Menyhért és az elnöklő Hille Alfréd fűzött megjegyzéseket. (H. A.)

*

HŐMÉRSÉKLETI TEHETETLENSÉG ÉS MIKROSTRUKTÚRA

A Magyar Meteorológiai Társaság 1962. szeptember 26-i ülésén Czelnai Rudolf, az Orsz. Meteorológiai Intézet tud. osztályvezetője tartott előadást „Hőmérsékleti tehetetlenség és mikrostruktúra” címmel.

Az előadó vázolta a kérdés fontosságát, amelynek vizsgálata különösen a mikrometeorológia szempontjából indokolt. Itt ui. a különböző tehetetlenségű hőmérők alkalmazása a mikrostruktúra szempontjából összehasonlíthatatlan méréseket eredményez. Általános tapasztalat szerint a mért adatok változékonysága annál nagyobb, mennél kisebb a hőmérő tehetetlensége. Matematikai statisztikai eljárást vezetett be föltételezett hőmérsékletingadozások (illetve mikrostruktúra) modellre vonatkozóan, hogy a különböző tehetetlenségű műszerekkel végzett mérések adatszórásait egységes mérőszámmal kifejezhesük. A közölt számítási módszer alapján a mért hőmérsékletek szórásából kiszámítható bármilyen hosszúságú időintervallumra vonatkozó középhőmérsékletek szórása, s így a hőmérsékleti mikrostruktúra leírhatóvá válik.

Az érdekes előadást több hozzászólás követte. Az elnöklő Aujezsky László méltatta az előadást, majd Kesselyk Béla mutatott rá az elmélet használhatóságára a termosztátokkal kapcsolatban. Kéri Menyhért a biometeorológia szempontjából értékelte az előadást, hangsúlyozva, hogy mindenkor a mérési feladat határozza meg, milyen tehetetlenségű hőmérő alkalmazása látszik célszerűnek. (T. T.)

624159

Athenaeum Nyomda

Felelős vezető: Soproni Béla igazgató

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

Megjelent 900 példányban

INHALT – SOMMAIRE – CONTENTS — СОДЕРЖАНИЕ

<i>Béll, B.</i> : Über das Verhalten der an Isothermenflächen festgestellten Labilitätsenergie (Deutscher und ungarischer Text)	257
<i>Szepesi, D.</i> : Quantitative Investigation on the Orographically Induced Increase in Precipitation Amounts Observed on Hungarian Mountains	269
<i>Papp, B.</i> : Messung der Bodenfeuchtigkeit mit Hilfe von Radiocobalt (Deutscher und ungarischer Text).....	274
<i>Antal, E.—Endrődi, G.—K. Tóth, E.</i> : Aims and Methods of Field-Studies in Climatology.....	280
<i>Koppány, G.</i> : Super-Long-Range Forecasting of Temperature Conditions	284
<i>K. Pataki, M.</i> : Untersuchung der Luftverunreinigung in Budapest auf Grund der Messung der Globalstrahlung.....	285
<i>K. Sugár, M.—O. Benkő, E.</i> : A Gale of Hurricane Intensity at Szeged	292
<i>Czelnai, R.</i> : Observations of Cloudiness from Artificial Satellites...	294
<i>Szádeczky-Kardoss, L.</i> : Some Reflections on the Legal Aspects of the Artificial Induction of Precipitations	301
<i>Péczely, G.</i> : Foehn in Hungary on February 6, 1962.....	306
<i>Kozák, B.</i> : Self-Recording Thermistors.....	310
LITERATURE	
<i>Réthly, A.</i> : Wetterereignisse und Naturkatastrophen in Ungarn bis zum Jahre 1700 (<i>Berkes, Z.</i>)	312
<i>Szigyártó, Z. (red.)</i> : Report on the Activities of the Research Institute for Water Resources in 1958 (<i>Sz. Lőrincz, A.</i>).....	312
<i>Agrobotanika.</i> Mitteilungen des Landesinstituts für Agrobotanik, Band III. (<i>Szakály, J.</i>)	313
<i>Берлянд, Т. Г.</i> : Распределение солнечной радиаций на континентах (<i>Н. Давид, А.</i>)	313
CHRONICLE	314