

500,007

IDŐJÁRÁS

3

1959. MÁJUS – JÚNIUS

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.
 BODOLAI I., a fiz. tud.
 kandidátusa
 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. JAHÓ (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. K. SCHNEIDER-CARIUS
 (Leipzig)
 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>Krastanov, L.—Jordanov, D. (Sofia):</i> Über den Wärmestrom der freien Konvektion in der Atmosphäre (A szabad konvekció hőáramlása a légkörben)	129
<i>Bucsy J.:</i> Luftströmungen von grosser Geschwindigkeit über Budapest (A nagysebességű légáramlások Budapest fölött)	135
<i>Barow, W. B. (Sofia):</i> Durchschnittliche Luftübertragungs-Profile über der Sofioter Ebene (Atlasos légátvitel-profilok a Szófiáisíkság felett)	147
<i>Kissné Tóth Erzsébet:</i> Különböző talajok fölötti légrétegek hőforgalma a Balaton térségében	154
<i>Szakály József—Szilágyi Tibor:</i> Néhány adat egy növényház klímájához	159
<i>Rákóczi Ferenc:</i> Kísérlet az éjszakai lehülés előrejelzésére H. Reuter módszerével	165
<i>Kiss István:</i> A rizs barnulásos betegségének (bruzone) problémája és az időjárás	167
<i>Mezősi Miklós—Simon Antal:</i> A potenciálgradiens regisztrálása	173
<i>Adámy László:</i> Légzuhánok a hegyek fölött ..	174

SZEMLE

A futóáramlások néhány kérdéséről (Mohácsi Mária)	178
Meteorológiai feladatok a Szovjetunió hétéves tervében (Aujeszký László)	181
A meteorológiai kutatás és a meteorológusképzés az Egyesült Államokban (Dunay Sándor)	185
Magaslégköri nedvességmérés száraz-nedves hőmérőpárral (Pápai László)	186
„Kánikula“ (Aujeszký László)	187

IRODALOM

<i>Simor Ferenc:</i> Az advekciós és a sugárzási hatás visszatükröződése a hőmérsékleti anomáliák gyakorisági eloszlásában Magyarországon (Berkes Z.)	188
<i>Vincze István (szerk.):</i> Statisztikai minőségellenőrzés (Pécze Gy.)	189
<i>Pentkovszkij, M. V.:</i> Nomográfia (Felméry L.)	189
<i>Abbot, C. G.:</i> Hosszúlejtésű időjárás-előrejelzés (Koppány Gy.)	189

KRÓNICA	190
---------------	-----

L. Krastanov — D. Jordanov (Sofia)*:

Über den Wärmestrom der freien Konvektion in der Atmosphäre

Heat flow of the free convection in the atmosphere. As a rule, the two components of the vertical atmospheric heat current — i. e. the free thermic convection and the mechanic (dynamic) turbulence — usually function together. However, it is also of importance to know the quantity of the heat amounts transported separately by each of the components. The free thermic convection is — up to a certain extent — also a turbulent process and it may be assumed that a certain relation of proportionality exists between the two components. On this basis both the values of the heat current maintained by the thermic convection and also the values of the coefficient of the turbulence aroused by the convection can be stated.

*

Die freie Konvektion in der Atmosphäre stellt eine aufsteigende Bewegung der Luftteilchen dar, allein als Folge der auf sie wirkenden und nach oben gerichteten Archimedekräfte, die durch die lokale Temperaturerhöhung dieser Luftteilchen hervorgerufen werden. In den bodennahen Schichten der Atmosphäre herrschen, wegen der Uneinheitlichkeit der untergelegenen Erdoberfläche, immer horizontale Temperaturungleichheiten, d. h. es herrschen horizontale Temperaturfluktuationen. Und nur als Folge der letzteren kann ein Luftteilchen (oder Luftportion), das im gegebenen Augenblick eine höhere Temperatur aufweist als die Luft, die es unmittelbar umgibt, in die Höhe steigen, d. h. das Luftteilchen bekommt eine konvektive Beschleunigung. Auf diese Weise bilden sich vertikale Luftströme thermischen Ursprungs, die sich ausbreiten können und Wärme in beträchtliche Höhen der Troposphäre übertragen. In den unteren Schichten der Atmosphäre verwirklichen sich die Bedingungen für die Entstehung solcher Zustände bei intensiver Insolation nur während klarer und windstillen Sommertage (oder mit ganz schwachen Winden), wenn in den unteren atmosphärischen Schichten — in der Nähe der Erdoberfläche —, sich grosse, überadiabatische Temperaturgradienten bilden. Unter solchen Umständen ist die in der Nähe der Erdoberfläche frei werdende oder — genauer ausgedrückt — freie thermische Konvektion (nach *Budiko* [1]) viel intensiver als der dynamische Turbulenzwechsel, da bei diesen Bedingungen die thermische Konvektion im Vergleich mit den dynamischen Turbulenzpulsationen Bewegungen grösseren Umfangs darstellt. Hier ist es besonders wichtig hervorzuheben, dass wegen der horizontalen Ungleichheiten der

*) Die Verfasser dieses Textes sind Prof. Dr. *Ljubomir Krastanov*, Direktor des Institutes für Hydrologie und Meteorologie, Sofia, und *Dimiter Jordanov*, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes für Hydrologie und Meteorologie, Sofia.

untergelegenen Fläche die freie (thermische) Konvektion in der Atmosphäre bis zur gewissen Grenze eine ungeordnete („turbulente“) Bewegung darstellt. Aus diesen Gründen wird sie von manchen Forschern, z. B. von *Priestley* und *Swinbank* [2], zum Unterschiede von der mechanischen (dynamischen) Turbulenz, konvektiv genannt.

Das Grundproblem in diesem Falle ist die Bestimmung des Wärmeantriebes bei reiner thermischer Turbulenz. Diese Bestimmung ist allerdings aus folgenden Gründen wichtig: Wenn die Temperatur der Erdoberfläche nur etwas höher, als die der daraufgelegene Luft ist, oder wenn die Windgeschwindigkeit etwas stärker wird, können sich in den der Erdoberfläche aufliegenden Luftschichten keine überadiabatischen Gradienten bilden, so dass der Wärmewechsel nur auf die Entwicklung der dynamischen Turbulenz zurückzuführen ist. Das ist der Fall der erzwungenen Konvektion in der Nähe der Erdoberfläche. Nach dem Standpunkt *Sutton's* [3], sind wir berechtigt zu behaupten, dass der Wärmewechsel in der Atmosphäre im allgemeinen als ein Zusammenwirken dynamischer und thermischer Turbulenz zu betrachten ist, deren Verhältnis sich gemäss dem Wetter ändert.

Es ist notwendig den Ausdruck der reinen freien (oder thermischen) Konvektion an der Erdoberfläche zu ermitteln, nicht nur um eine der Komponenten des Wärmestroms zu finden, sondern auch um die Möglichkeit zur Bestimmung des „Maßstabes der thermischen Turbulenz“, der eine wichtige Rolle bei der Bestimmung aller Komponenten des vollen Wärmestroms an der Erdoberfläche spielt, zu erlangen. Der Mechanismus für die Entstehung dieses Stromes bei verschiedenen Bedingungen der Temperaturschichtung und des Windprofils der bodennahen Luftschicht wird erst durch die Bestimmung aller dieser Komponenten klar.

Der Ausdruck für den Wärmestrom bei freier reiner Konvektion in der Nähe der Erdoberfläche ist bis jetzt auf Grund der *Priestley's*chen [2] und *Kasanski-Monin's*chen [4] Methode der Ähnlichkeit abgeleitet worden.

Bei unserer Ableitung gehen wir aus den vereinfachten Vorstellung der halbempirischen Theorie der Turbulenz aus und betrachten die entwickelte freie Konvektion in der Nähe der Erdoberfläche als eine „turbulente“ Bewegung, die mit den turbulenten Pulsationen der Geschwindigkeit w'_T , dem Maßstab der Turbulenzelemente (oder dem Mischungsweg im *Prandtl's*chen Sinne) l_T und den horizontalen Temperaturpulsationen (oder Fluktuationen) eines bestimmten Ausgangsniveaus T''_{z-l_T} gekennzeichnet ist. Die Turbulenzpulsationen w'_T beruhen auf die einmalige Wirkung der Archimedkräfte auf ein turbulentes Element (eine Luftportion), dem sie eine gewisse Beschleunigung übermitteln. Bei einer solchen Betrachtungslage entspricht demnach der Wärmestrom bei der thermischen Konvektion formal folgendem Ausdruck:

$$q_T = c_p \rho \overline{w'_T T''_{z-l_T}} \quad (1)$$

und der Turbulenzkoeffizient bei der thermischen Konvektion dem Ausdruck

$$k_T = \overline{w'_T l_T} \quad (2)$$

Nun besteht jetzt die Aufgabe die Werte für q_T und k_T zu ermitteln.

Für die Entstehung frei gewordener Konvektion in der Nähe der Erdoberfläche aufgelagerten Luftschichten ist labile Stratifikation überadiabatischer Temperaturgradienten erforderlich. Bei derartigem Zustand hat jedes Turbu-

lenzelement einen bestimmten Vorrat an potenzieller Energie, die sogenannte Labilitätsenergie, die sich in kinetische Bewegungsenergie umwandelt. In solchem Falle steigt der individuelle Wirbel unter der Wirkung der archimedischen Kraft in die Höhe ohne jeglichen Energiezustrom von aussen und so schlägt die Labilitätsenergie vollkommen in kinetische um. Wenn wir die Archimed-

kraft mit $\frac{g}{\bar{T}} T''_{z-l_T}$ bezeichnen (wo g die Erdbeschleunigung und \bar{T} die mittlere Temperatur der in Betracht kommenden Schicht ist), so wird die volle kinetische Energie für die durchlaufene Strecke l_T (der Mischungsweg) auf Masseneinheit bezogen

$$\frac{w_T^2}{2} = \frac{g}{\bar{T}} T''_{z-l_T} \cdot l_T$$

Von hier aus bekommt man für die betreffende „Pulsation“ w'_T

$$w'_T = 2^{1/2} \left(\frac{g}{\bar{T}} T''_{z-l_T} \cdot l_T \right)^{1/2} \quad (3)$$

Falls beim Durchlaufen der Strecke l_T die Turbulenzelemente ihre Individualität beibehalten, so wird man auf Grund der allgemeinsten Grundlagen der halbempirischen Turbulenztheorie für „den Mischungsweg“ l_T folgende formale Formel angeben können

$$T''_{z-l_T} = - l_T \frac{\partial \bar{T}}{\partial z} \quad (4)$$

Da die horizontalfluktuationen der Temperatur T''_{z-l_T} als eine Abweichung der individuellen Wirbeltemperatur (der sich bei der Ausgangshöhe im Stillstand befindet) von der mittleren Temperatur dieses Niveaus definiert wird, so wird es ersichtlich, dass für die Entstehung der horizontalen Temperaturpulsationen die Höhe der mittleren Temperatur (obwohl diese physikalisch nicht genau definiert ist) und deren vertikaler Gradient eine Rolle spielen werden. Da der Mechanismus der Entstehung der horizontalen Temperaturpulsationen bei freier Konvektion nicht gleich ist dem Mechanismus der Entstehung der vertikalen Temperaturpulsationen, so ist es, unserer Meinung nach, prinzipiell physikalisch nicht gerechtfertigt (speziell für diesen Fall) den Gradient der mittleren Temperatur in (4) durch den Gradient der potenziellen Temperatur zu ersetzen, so wie es manche Autoren machen (vgl. Sutton [3], S. 151).

Wir vermuten, dass der Maßstab der thermischen Turbulenz l_T in der Nähe der Erdoberfläche bei indifferenter Stratifikation der Größe der mechanischen Trubulenz $l_M = \kappa z$ (wo κ die Karman'sche Konstante bedeutet) proportional ist, so dass erstere aus dem letzteren abgeleitet werden kann, also

$$l_T = \lambda l_M = \lambda \kappa z \quad (5)$$

bei dem λ vorläufig eine unbestimmte Konstante ist.

Aus (4) und (5) erhalten wir

$$T''_{z-l_T} = - \lambda \kappa z \frac{\partial \bar{T}}{\partial z} \quad (6)$$

Wenn man in (3) die betreffenden Werte von (5) und (6) ersetzt und für $\gamma = -\frac{\partial \bar{T}}{\partial z}$ einschreibt, so erhalten wir für w'_T

$$w'_T = 2^{1/2} \lambda \kappa \left(\frac{g}{T} \right)^{1/2} \gamma^{1/2} z \quad (7)$$

Bei Benutzung von (6) und (7) bekommt man aus (1) den Wert für den Wärmestrom bei reiner freier (thermischer) Konvektion in dem bodennahen Luftschicht

$$q_T = 2^{1/2} \lambda^2 \kappa^2 c_p \varrho \left(\frac{g}{T} \right)^{1/2} \gamma^{3/2} z^2 \quad (8)$$

Bei Benutzung von (5) und (7) erhalten wir aus (2) den Koeffizient der Turbulenz bei reiner freier (thermischer) Konvektion in dem bodennahen Luftschicht

$$k_T = 2^{1/2} \lambda^2 \kappa^2 \left(\frac{g}{T} \right)^{1/2} \gamma^{1/2} z^2 \quad (9)$$

Aus (9) ist es zu ersehen, dass der Turbulenzwechsel bei rein thermischer Konvektion mit der Höhe rasch ansteigt und von der Stratifikation der Temperatur γ abhängig ist.

In Wirklichkeit stellt die von uns eingeführte und vorläufig noch unbestimmte Konstante λ das Verhältnis zwischen den Maßstäben der reinen thermischen Turbulenz bei überadiabatischen Gradienten und der mechanischen Turbulenz bei gleichgültigem Gleichgewicht in der Erdoberflächenschicht dar. Für ihre Bestimmung benutzen wir die Methode der dimensionslosen Größen. Aus (8) kann man ersehen, daß die Temperatur und ihre vertikale Änderungen γ im Falle der reinen freien Konvektion nur aus den Kombinationen der

Größen $\frac{q_T}{c_p \varrho}$, $\frac{g}{T}$ und z zu bestimmen sind. Auf diese Weise wird die einzige Kombination für T :

$$T = \frac{1}{\kappa^{1/2}} \left(\frac{q_T}{c_p \varrho} \right)^{2/3} \left(\frac{g}{T} \right)^{-1/3} z^{-1/3} \quad (10)$$

Für den nachfolgenden Vergleich mit dem Ausdruck (8) ist in (10) die *Karman'sche* Konstante zusätzlich eingeführt. Wenn wir (10) nach z differenzieren, kriegen wir die Gleichung

$$\gamma = -\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} = \frac{1}{3 \kappa^{1/2}} \left(\frac{q_T}{c_p \varrho} \right)^{2/3} \left(\frac{g}{T} \right)^{-1/3} z^{-4/3} \quad (11)$$

Für den Wärmestrom ergibt sich aus (11) der Ausdruck

$$q_T = 3^{3/2} \kappa^2 c_p \varrho \left(\frac{g}{T} \right)^{1/2} \gamma^{3/2} z^2 \quad (12)$$

der sich von (8) nur um eine Konstante unterscheidet.

Durch den Vergleich von (8) mit (12) findet man

$$\lambda = \left(\frac{3}{2^{1/3}} \right)^{3/4} = 1,91 \quad (13)$$

Wenn wir (13) mit dem betreffenden *Kasanski-Monin'schen* Ausdruck (4) für λ_∞ [nämlich $\lambda_\infty = \left(\frac{3}{c} \right)^{3/4}$ bei $\alpha = 1$] vergleichen, erhalten wir für $c = \sqrt[3]{2}$ während in [4] $c \rightarrow 1$.

Bei verschiedenen überadiabatischen Stratifikationen hängt die Größe der Konstante λ von dem betreffenden Wert der universalen Funktion $f\left(\frac{z}{L}\right)$ ab, wo L „die Höhe der dynamischen Unterschicht“ im *Obuchov'schen* Sinne [4] bedeutet. Demzufolge wird die Größe der Konstante λ , von der gleichgültigen Schichtung ($\gamma = \gamma_a$) bis zur entstandenen freien Konvektion ($\gamma \gg \gamma_a$), zwischen den Werten $1 \leq \lambda \leq 1,91$ schwanken. Dieses Resultat, über das wir in einem nächsten Artikel berichten werden, ist bei der Kriteriumsbestimmung für das thermische Gleichgewicht in der bodennahen Luftschicht von besonderer Bedeutung.

LITERATUR

- [1] Будыко, М. И.: Распределение метеорологических элементов в приземном слое воздуха, Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., т. X, № 4, стр. 317, 1946.
- [2] Priestley, C. H. B. a. Swinbank, W. C.: Proc. Roy. Soc. London, A. 189, 543, 1947.
- [3] Sutton, O. G.: Micrometeorology. London, 1953, p. 225.
- [4] Казанский, А. Б. и Монин, А. С.: О турбулентном режиме в приземном слое воздуха при неустойчивой стратификации, Изв. АН СССР, сер. геофиз. № 6, 741, 1958.

*

A SZABAD KONVEKCIÓ HŐÁRAMLÁSA A LÉGKÖRBEK

Szabad konvekció a légrézecskek olyan emelkedő mozgását értjük, amely fölmelegedésük által keltett archimedesi erők folytán jön létre. A talaj egyenetlenségei a fölmelegedésben különbségeket okoznak és a környezeténél melegebb levegő konvektív gyorsulást nyer. Ezek a termikus eredetű függőleges légáramlások csak derült és csendes időben léphetnek fel, amikor az erős besugárzás következtében a talajmenti légrétegben adiabatikusnál nagyobb hőmérsékleti gradiens fejlődhet ki. Az ilyenképpen létrejövő szabad, termikus konvekció sokkal intenzívebb, mint a dinamikus turbulencia által eszközölt légsere, mert nagyobb méretű mozgásokból áll. Hangsúlyoznunk kell, hogy a konvekció is — bizonyos fokig — „rendezetlen” turbulens mozgás, amiért egyes szerzők konvektív turbulenciának hívják, megkülönböztetésül a mechanikus vagy dinamikus turbulenciától. Ha az előbbihez szükséges nagy hőmérsékleti gradiens nem tud kifejlődni, csak a kényszerű dinamikus turbulencia lehet működésben. A teljes hőserét általában a dinamikus és termikus turbulencia együttesen eszközli. Meg kell tehát keresni a tiszta, szabad (termikus)

földfelszíni konvekció kifejezését, a termikus turbulencia nagyságát, amely a felfelé irányuló teljes hőáramlásnál fontos szerepet játszik és annak egyik lényeges összetevőjét alkotja.

A termikus konvekció hőáramlásának levezetésénél abból indulhatunk ki, hogy ez a földfelszíni konvekció voltaképpen turbulens mozgás, melyet a sebesség ingadozása w_T , a turbulencia-elemek nagysága (vagy a Prandtl-féle keveredési út) l_T , valamint a vízszintes hőmérsékleti ingadozás T''_{z-l_T} jellemez. Ezen az alapon a termikus konvekció hőáramlásának értéke formálisan az (1) egyenlettel, a termikus, konvektív turbulencia együtthatójának értéke pedig a (2) egyenlettel írható le. Ha egy \bar{T} középhőmérsékletű rétegben a labilitási energia teljesen kinetikus energiává alakul át, akkor a sebességnek a pulzációját a (3) egyenlet írja körül. A hőmérsékleti ingadozás viszont a (4) egyenlettel adható meg. Feltételezve, hogy a termikus turbulencia l_T arányos a mechanikai turbulenciával l_m — bevezetve a Kármán-féle állandót α és egy másik egyelőre ismeretlen értékű konstansot λ — kapjuk az (5) egyenletet, majd a (4) és (5) alapján a (6) egyenletet. Ha most az (5) és (6) értékeit beírjuk a (3) egyenletbe és a gradiens formális alakját állítjuk be, nyerjük a (7) egyenletet. A (6) és (7) egyenlet alapján az (1) egyenletből megkapjuk a szabad, termikus, konvektív hőáramlás kifejezését (8), majd az (5) és (7) értékeit beírva a (2) egyenletbe, nyerjük a szabad, termikus, konvektív turbulencia együtthatójának értékét (9). Utóbbiból látható, hogy a turbulens légsere a magassággal milyen gyorsan nő, és hogy függ a hőmérsékleti gradienstől.

A levezetés folyamán fölvetett, egyelőre ismeretlen állandó (λ) voltaképpen az adiabatikus gradiens felüli rétegeződésnél fellépő tiszta termikus turbulencia és a közömbös egyensúly melletti mechanikus turbulencia méretének a viszonyát mutatja. Meghatározása érdekében a szerzők a dimenzió nélküli mennyiségek módszerét alkalmazzák és ezáltal nyerik a (10) egyenletet, amelyet z szerint differenciálva jutnak el a (11) egyenlethez, melyet a q_T hőáramlás után rendezve, adódik a (12) egyenlet. Utóbbi a (8) egyenlettől csak egy állandóban különbözik, melynek értékét az összehasonlítás alapján a (13) egyenlet mutatja. Különböző mérvű, adiabatikusan felüli gradiensnek esetében ez az érték természetesen változik, 1—1,91 határok között ingadozik. Alsó határa a közömbös egyensúlyi helyzetnek felel meg. Az eredményről a szerzők egy későbbi közleményben kívánnak még értekezni, most csak reá mutatnak arra, hogy a földfelszínnel érintkező légréteg termikus egyensúlya kritériumának meghatározása szempontjából ennek az eredménynek különleges jelentősége van.

Luftströmungen von grosser Geschwindigkeit über Budapest

Бысокоскоростные воздушные течения над Будапештом. Автор — после установления представительного характера измерений высотного ветра (по преимуществу пилотных измерений), произведенных в Будапеште в гг. 1931—1958 (Табл. I.) — дает частоты ветров, достигающих и превышающих 30 м/сек (Табл. II.), годовой ход данных частоты (Табл. III.), а также самые большие скорости, измеренные на разных высотах по отдельным месяцам (Табл. IV. и V.) и данные скорости ветра, усмотренные как реальные значения сверх 60 м/сек (Табл. VI.). 6—8 годовая периодичность, появляющаяся в серии, нуждается в дальнейшем исследовании. Годовой ход значений частоты соответствует годовому ходу скорости высотного ветра; самые большие значения скорости также имеют осенние-зимние максимумы. Разработка распределения бысокоскоростных ветров по высотам и направлениям проводится в настоящее время.

*

1. *Einführung.* Die Untersuchung der im oberen Teile der Troposphäre und in der unteren Stratosphäre gelegentlich mit einfachen Pilotballonen beobachteten sehr starken Luftströmungen hat in den Jahren nach dem zweiten Weltkrieg an Bedeutung zugenommen, als durch den Beginn der systematischen Messungen mit Radiosonden und hauptsächlich mit Ravinsonden eine Möglichkeit zur methodischen Erforschung dieser Erscheinung der hohen Atmosphäre in synoptischem Rahmen geboten wurde. Während der letzten Jahrzehntes sind zahlreiche Arbeiten über die Luftströmungen von hoher Geschwindigkeit und über die mit ihnen zusammenhängenden Zirkulationsprozessen erschienen, welche die qualitative Beschreibung der Erscheinung geben und weiter bestreben sie sich ihre Konstruktion und dynamische Besonderheiten aufklären. Es wird genügen, wenn wir uns aus der diesbezüglichen sehr großen Literatur auf die zwei zusammenfassenden Monographien berufen, nämlich auf die Arbeit von *H. Riehl* und seinen Mitarbeitern [1] sowie auf die Abhandlung von *R. Berggren* und Mitarbeitern [2]. Die erstgenannte Arbeit enthält 150, die zweitgenannte 530 literarische Hinweisungen.

Dieses außerordentliche große Interesse hat die Anregung gegeben, uns auch zwischen unseren heimatischen Verhältnissen mit den in der Literatur [3] „*jet stream*“ genannten Luftströmungen zu beschäftigen, natürlich in dem Rahmen unserer Forschungsmöglichkeiten. *B. Béll* weist in seiner mit den Windverhältnissen über Ungarn beschäftigender Arbeit [4] auf das Vorkommen von Strahlströmungen hin, aber die ausführliche Aufnahme dieser sehr schnellen Strömungen ließ noch auf sich warten.

Das Ziel der gegenwärtigen Arbeit ist die auf Grund der in Budapest ausgeführten Höhenwindbeobachtungen erfolgende Ermittlung der Häufigkeitswerte der Luftströmungen von großer Geschwindigkeit (zunächst ohne Berücksichtigung der Höhe und Richtung), sowie der Monats- und Höhenverteilung der beobachteten Maxima derselben. Unter sehr schneller Luftströmung verstehen wir einen Wind mit der Geschwindigkeit von 30 m/sec und darüber, denn in den internationalen Vorschriften wird dieser Wert als untere Grenze der Geschwindigkeit für Strahlströme angegeben [5]. Unsere Bearbeitung bezieht sich also auf Luftströmungen mit Strahlströmungsgeschwindigkeit, aber es ist nicht ganz sicher, daß ein berücksichtigter starker Wind gleich-

zeitig auch Strahlströmung war, denn außer der Geschwindigkeitsgrenze soll eine Strahlströmung auch noch andere, gleichzeitig bestehende Kriterien aufweisen (1000 km Länge, 100 km Breite, etliche km Dicke, bestimmte vertikale und seitliche Windänderung).

2. *Prüfung des benützten Materiales.* Höhenwindmessungen wurden in Budapest in den Jahren 1913 u. 1914 ausgeführt und nach einer sehr langen Pause nach dem ersten Weltkrieg wurden die Messungen vom Jahre 1927 bis zur Gegenwart fortgesetzt. Die Windmessung bestand im allgemeinen aus Verfolgung eines einfachen Pilotballons mit einem Theodoliten, nur an internationalen Tagen wurde eine Radiosonde anstatt des Pilotballons verfolgt. Die Zahl der letzteren im Vergleiche mit der der ersteren ist aber verschwindend klein. Am Ende des Jahres 1949 wurden die Messungen mit Radiosonden begonnen und das war der Anfang der genaueren Höhenwindmessungen auch. Bis zum 31. Januar 1953 fand jedoch ein Aufstieg nur einmal täglich statt, und auch das in den Nachtstunden (um 3 Uhr GMT), welche zur optischer Verfolgung ungeeignet sind. Obgleich auch diese Ballone mittels Beobachtung einer angehängten kleinen Batterie und Glühlampe zum Zwecke der Höhenwindmessung benutzt wurden, erreichten solche Messungen — von einigen sommerlichen Fällen abgesehen — nur kleine Höhen. Die durch Verfolgung von Radiosonden bis zu größeren Höhen gehenden regelmäßigen Höhenwindmessungen wurden mit der Einleitung der täglich zweimaligen Radiosondenaufstiege am 1. Februar 1953 begonnen und seither stehen täglich einmal (um 15 Uhr GMT, beziehungsweise von 1. April 1957. um 12 Uhr GMT) pünktliche und verlässliche Höhenwindangaben zu unserer Verfügung. Die Verfolgung der Sondenballone geschah auch auf optischem Wege, demzufolge sind die erreichten Höhen ebenso wie die Gipfelhöhen der einfachen Pilotmessungen — vor allem im Winterhalbjahr — stark begrenzt.

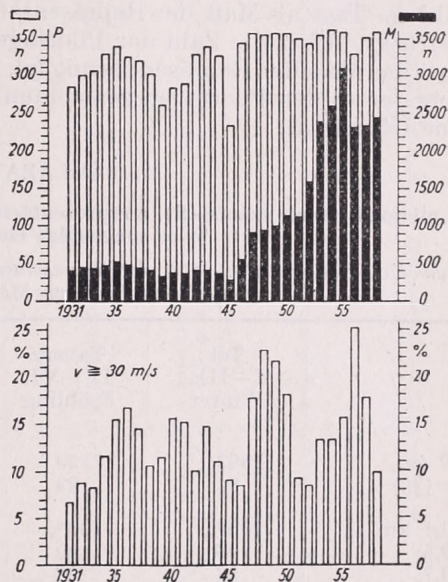
Die auf optischem Wege gewonnenen Messungsergebnisse können bezüglich des Feldes Höhenwinde in zwei Richtungen fehlerhafte Anschauung geben, indem sie es entweder in Richtung kleineren oder der größeren Geschwindigkeiten verzerren. Im Falle visueller Windbeobachtungen verursachen nämlich das Eintauchen in die Wolken, der niedrige Höhenwinkel, oder die große Entfernung des Ballons oft einen vorzeitigen Abschluß der Messung, noch früher, als der Ballon jenes Niveau erreichen könnte, in welchem der recht starke Wind herrscht. Demzufolge liefern die visuellen Messungen nebst Repräsentation des wolkenlosen Zustandes eine Windgeschwindigkeitsverteilung, die kleiner ist, als die wirkliche. Bei den einfachen Pilotmessungen andererseits können zu große Windgeschwindigkeiten infolge Abschwimmens oder Absinkens des Ballons auf unkontrollierbarer Weise vorkommen.

Die Möglichkeit, daß die bei der einfachen Pilotmessung gewonnene überaus große Windgeschwindigkeit eventuell durch das Abschwimmen oder Absinken des Ballons entstehen kann, hat die Realität der in der Höhe wahrgenommenen großen Windgeschwindigkeiten lange Zeit in Frage gestellt. Höchstens konnten gleichzeitige Beobachtungen des Wolkenzuges sie wahrscheinlich machen. In Ungarn hat *G. Tóth* [6] am 5. Juli 1933 mittels nacheinander gemachten Pilotmessungen das Erscheinen von Winden mit über 50 m/sec Geschwindigkeit als erster nachgewiesen. Vor diesem Zeitpunkt hat man im ganzen nur dreimal Winde von ähnlicher Geschwindigkeit über Budapest gemessen (14. Mai 1930, 12. Dezember 1931, 16. Februar 1933). Aus dem dem Ballon angebotenen und zurückgesandten Karten konnte man auf die Richtigkeit der Windgeschwindigkeiten von 40—50 m/sec schließen, die bei

der Messung als verdächtig beurteilt wurden [7]. B. Béll [4] führt auf Grund des mit Ballonen und Radiosonden ermittelten Höhenwindmaterials einige Fälle im Zeitraum 1936—1953 auf, in welchen die Geschwindigkeit des Windes über Budapest 30—50 m/sec erreicht hat. Ausser diesen wenigen in der ungarischen aerologischen Literatur bekanntgegebenen Fällen wurden in den letzten 10 Jahren bei zahlreicher Gelegenheit Höhenwinde mit großer Geschwindigkeit beobachtet, deren Realität durch die mehrmals täglich (im allgemeinen 2—3 stündlich) gemachten Höhendwindmessungen endgültig feststellbar war. Die gute Übereinstimmung der Resultate, welche mit Radiosonden und dem Zeitpunkt der Aufstiege naheliegenden Pilotmessungen gewonnen wurden, läßt die Folgerung zu, daß die in dem alten Pilotmaterial gefundenen großen Windwerte auch annehmbar sind. Deshalb haben wir zu dieser Bearbeitung sämtliche Angaben von großer Windgeschwindigkeit aus der langen Budapester Reihe mit aufgenommen.

Die Untersuchung wurde mit dem Jahre 1931 angefangen, denn das Material der vorigen Jahre war wegen der kleinen Zahl der Beobachtungen und wegen der relativ geringer Höhe für die Bearbeitung nicht geeignet. Während der seither vergangenen 28 Jahre fanden 28300 Pilotmessungen statt, deren Verteilung in den einzelnen Jahren wurde im Diagramm dargestellt (Abb. 1.). Demgemäß wechselte die Zahl der jährlichen Messungen (M) im Zeitraum 1931—1945 (abgesehen vom Jahre 1945 nach dem zweiten Weltkrieg) zwischen 308 (im Jahre 1939) und 518 (im Jahre 1935). Die jährliche Durchschnittszahl war 393 Messungen. Im Jahrzehnte 1946—1955 hat die Zahl der Messungen sprunghaft zugenommen, teils infolge der synoptischen Forderungen zur Bereitung von Wettervorhersagen, teils um den Ansprüchen der Aviatik nachzukommen. Am Anfang des Jahrzehntes wurden im allgemeinen täglich 2, später 3, vom Jahre 1953 8—10 Höhendwindmessungen ausgeführt, infolgedessen stieg die Zahl der Messungen während 1946—1955 in den nacheinander folgenden Jahren von 543 Messungen auf 3098. Die während 28 Jahre gemachten Pilotmessungen verteilten sich auf 9138 Tage (Pilottage = P) deren jährliche Zahl (vom Jahre 1945 abgesehen) zwischen 261 (1939) und 362 (1954) schwankte.

Die Zahl der Messungen (M) und der Pilottage (P) wechselte in den ersten 15 Jahren parallel. Wenn die jährlichen Messungen unter 500 bleiben, sind die Pilottage unter 340 und folgt der Veränderung der Zahl der Messungen. Bei der Vergrößerung der Zahl der Messungen wächst auch die Zahl der Pilottage, erreicht ihren größten Wert bei ung. 1000 Messungen und bleibt zwischen



1. ábra — Abb. 1. A magassági szélmérések (M) és pilótázó napok (P) száma, valamint a nagysebességű szelek ($v \geq 30$ m/sec) százalékos előfordulása 1931—1955 között. — Zahl der Höhendwindmessungen (M), und der Pilottage (P), sowie prozentuale Häufigkeit der sehr starken Winde ($v \geq 30$ m/sec) zwischen 1931—1955.

350—360. Mit Messungen über 1000 an Zahl kann die Summe der Pilottage nicht mehr erhöht werden und die Änderungen in der Zahl der Pilottage können nur auf meteorologische Ursachen zurückgeführt werden (z. B. das Jahr 1952 war niederschlagsreich). Der Rückfall im Jahre 1956 ereignete sich infolge des Ausfalles der Messungen im Monat November.

Es ergibt sich die Frage, wie diese sehr zahlreichen Beobachtungen in den einzelnen Höhenlagen den Zeitraum repräsentieren? Während der 25 Jahre zwischen 1931 und 1955, welcher Zeitraum zu den Berechnungen der Durchschnittswerte benützt wurde, waren 8099 solche Tage, an welchen die Messungen wenigstens die Höhe von 300 m erreicht haben (Pilottage), die Zahl sämtlicher Tage war dabei 9131. Wir haben das Verhältnis der Pilottage zu der Gesamtzahl der Tage als Maß der Repräsentation angenommen und in Prozenten ausgedrückt. Über die Zahl der Pilottage (P) in den einzelnen Jahreszeiten und über das Maß der Repräsentierung (r), sowie über die prozentuale Höhenverteilung der an den Pilottagen gemachten höchsten Messungen gibt die Tabelle I. eine Übersicht :

I. TÁBLÁZAT — TABELLE I.

A pilotozó napok száma (P), a reprezentáció mértéke (r) és a napi legmagasabb mérések %-os magassági eloszlása (1931—1955.)

Zahl der Pilottage (P), Maß der Representation (r) und prozentuale Höhenverteilung der täglichen höchsten Messungen (1931—1955).

	Tél I—III. Winter	Tavas IV—VI. Frühling	Nyár VII—IX. Sommer	Ősz X—XII. Herbst	Év I—XII. Jahr
P (n)	1883	2120	2190	1906	8099
r (%)	84	93	95	83	89
0,1 km	100%	100%	100%	100%	100%
0,5	96	99	99	94	98
0,7	92	98	99	90	95
1,0	89	96	98	85	92
1,5	81	93	97	78	88
2,0	75	90	94	71	83
2,5	69	85	92	66	79
3	62	80	88	61	74
4	54	70	81	53	65
5	47	64	75	47	59
6	40	59	69	42	53
7	35	53	63	37	48
8	31	48	59	33	43
9	25	43	53	28	38
10	21	37	47	24	33
11	18	31	40	18	27
12	14	27	34	12	23
13	10	21	27	15	18
14	7	16	21	10	14
15	5	12	16	7	10

Das Sommerhalbjahr wird durch die Messungen in 94%-en repräsentiert, das Winterhalbjahr aber in mit 10%-en kleinerem Maße. Der Jahresdurchschnitt zeigt einen Mangel von 11%, das bedeutet, daß in der Reihe von 25 Jahren an 33 Tagen jährlich keine Messungen stattfanden, deren Großteil auf das Winterhalbjahr fällt. Die Höhenverteilung der berücksichtigten Messun-

II. TÁBLÁZAT — TABELLE II.

A nagysebességű szelek előfordulása 1931—1958. között
 Häufigkeit der sehr starken Winde zwischen 1931—1958.

Év Jahr	v ≥ 30 m/s		v ≥ 40 m/s		v ≥ 50 m/s		v ≥ 60 m/s	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1931	19	6,7	7	2,5	1	0,4	0	0,0
1932	26	8,7	3	1,0	0	0,0	0	0,0
1933	25	8,2	8	2,6	4	1,3	1	0,3
1934	38	11,6	15	4,6	3	0,9	1	0,3
1935	52	15,4	17	5,0	7	2,1	4	1,2
1936	54	16,6	21	6,5	9	2,8	3	0,9
1937	46	14,4	15	4,7	6	1,9	0	0,0
1938	32	10,6	8	2,6	5	1,6	0	0,0
1939	30	11,5	11	4,2	3	1,2	1	0,4
1940	44	15,5	19	6,7	5	1,8	1	0,3
1941	44	15,2	13	4,5	7	2,4	0	0,0
1942	33	10,0	14	4,3	8	2,4	3	0,9
1943	50	14,7	18	5,1	8	2,3	1	0,3
1944	36	11,0	13	4,0	7	2,1	2	0,6
1945	21	9,0	7	3,0	1	0,4	1	0,4
1946	29	8,4	6	1,7	1	0,3	1	0,3
1947	63	17,7	16	4,5	2	0,6	2	0,6
1948	80	22,7	28	7,9	8	2,3	4	1,1
1949	77	21,6	29	8,1	10	2,8	4	1,1
1950	64	18,0	19	5,3	2	0,6	0	0,0
1951	32	9,2	9	2,6	4	1,1	0	0,0
1952	29	8,4	4	2,4	0	0,0	0	0,0
1953	47	13,3	11	3,1	4	1,1	0	0,0
1954	48	13,3	12	4,2	3	0,8	1	0,3
1955	56	15,6	23	6,4	7	2,0	4	1,1
1956	83	25,2	25	7,6	8	2,4	1	0,3
1957	62	17,7	17	4,9	5	1,4	4	1,1
1958	35	9,8	11	3,1	5	1,4	2	0,6
1931-55	1065	13,2	349	4,3	115	1,4	34	0,4
1931-58	1245	13,6	402	4,4	133	1,5	41	0,5
\bar{n}	43	—	14	—	5	—	1	—

gen stimmt im Frühling und Sommer, sowie im Herbst und Winter gut überein.

Die Höhenverteilung der täglichen höchsten Messungen gibt natürlich ein viel günstigeres Bild, als wenn wir alle Messungen beachtet hätten. z. B. zu Budapest erreichten zwischen 1946—1955. Jahren 34% sämtlicher Messungen die Höhe von 5 km, und 13% das Niveau von 10 km. Die diesbezüglichen Angaben aus der Deutschen Demokratischen Republik vom Jahre 1952. sind 28% und 11% [8].

Bei der Bewertung der im Laufe der Untersuchung gewonnenen Resultate soll die Unsicherheit, welche aus der Unpünktlichkeit der Pilotmessungen entsteht, außerdem die bedeutende Verminderung der Zahl der Messungen mit der Höhe beachtet werden. Wir müssen vor Augen halten, wie im allgemeinen bei allen ähnlichen Arbeiten, welche sich auf das Material der Pilotmessungen stützen (4), daß unsere Feststellungen sich bis zum Wolkenniveau nur auf regenlose Tage, über 4—5 km auf heiteres Wetter, folglich im großen und ganzen auf antizyklonale Wetterlagen beziehen. Trotz des spärlichen Beobachtungsmateriales sind wir der Meinung, daß unsere Resultate für den Zweck

der ersten Orientierung über die sehr schnellen Luftströmungen im ungarischen Luftraum nützlich und brauchbar sein werden.

3. *Die Häufigkeit der sehr starken Winde.* Von den während der Jahre 1931—1958 gemachten 28 300 Pilotbeobachtungen war die Zahl solcher Fälle, in denen die Geschwindigkeit des Windes an einem gewissen Höhenniveau den Wert von 30 m/sec erreichte oder übertraf, 1555, welche Zahl sich auf 1245 Tage verteilt. Im folgenden werden wir die Zahl der sehr starken Winde nicht mit der Zahl der Messungen angeben, sondern mit der Zahl jener Tage, an welchen wenigstens eine Messung die Geschwindigkeit von 30 m/sec nachgewiesen hat. Die Zahl dieser Tage kann natürlich von der Zahl jener Tage bedeutend abweichen, an welchen ein Wind von wahrhaftigem Strahlströmungscharakter in der Höhe vorgekommen ist.

Die so definierte Häufigkeit der sehr starken Winde im Laufe der Jahre enthält die Tabelle II, welche außer der Zahl der Tage, an denen der Höhenwind die Geschwindigkeit von 30 m/sec erreichte oder übertraf, auch die Zahl jener Tage angibt, an welchen die Windgeschwindigkeit 40, 50, 60 m/sec erreichte oder überstieg.

Jede der vier Gruppen enthält natürlich auch die Zahl der in der darauffolgenden Gruppen enthaltenen Tage. Die Zahl der Tage ist außer dem Vorkommen der Erscheinung abhängig: 1. von der Zahl der Pilottage, 2. von der Höhe der Messungen, 3. von der Zahl der täglich ausgeführten Messungen. Nachdem alle drei Faktoren sich im Laufe der Jahre stark verändert haben, können die in den einzelnen Gruppen mitgeteilten Reihen nicht als homogen angesehen werden. Die Wirkung des 2. und 3. Faktors vorläufig außer Acht lassend eliminieren wir die Abhängigkeit vom 1. Faktor dadurch, daß wir die Häufigkeit der sehr starken Winde in Prozenten der Pilottage ausdrücken. (Die mit % bezeichneten Kolonnen der Tabelle II.).

Trotz dieser Reduktion spiegelt sich die Zahl der Pilottage im Gange der Häufigkeit der sehr starken Winde (*Abb. 1.*), darum können wir von der Realität der in der langen Reihe sich zeigenden Periodizität von 6—8 Jahren nicht sprechen. Die Erörterung dieser Frage wird der Gegenstand einer

III. TÁBLÁZAT — TABELLE III.

A nagysebességű szelek előfordulásának évi menete (1931—1955.)

Jahresgang der Häufigkeit der sehr starken Winde (1931—1955).

Hó Monat	$v \geq 30$ m/s		$v \geq 40$ m/s		$v \geq 50$ m/s		$v \geq 60$ m/s	
	n	%	n	%	n	%	n	%
I.	99	16,2	47	7,7	20	3,3	6	1,0
II.	105	17,9	41	7,0	11	1,9	5	0,9
III.	115	16,8	37	5,4	10	1,5	5	0,7
IV.	84	12,4	25	3,7	9	1,3	0	0,0
V.	65	8,9	27	3,7	11	1,5	1	0,2
VI.	74	10,4	19	2,7	3	0,4	1	0,1
VII.	95	12,7	23	3,1	4	0,5	0	0,0
VIII.	82	11,2	16	2,2	5	0,5	1	0,1
IX.	109	15,4	24	3,4	8	1,1	1	0,1
X.	100	14,0	32	4,5	11	1,5	4	0,6
XI.	65	10,4	31	4,9	12	1,9	5	0,8
XII.	72	12,8	27	4,8	11	2,0	5	0,9
Év-Jahr	1065	13,2	349	4,3	115	1,4	34	0,4

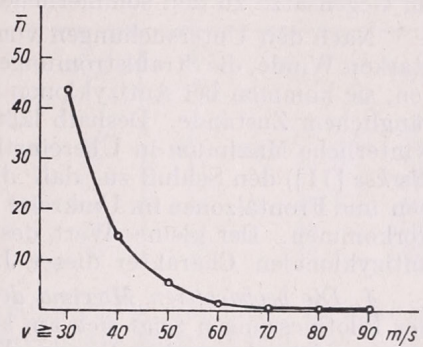
weiteren Bearbeitung mit Hilfe der Analyse der Pilotangaben einiger anderen heimatlichen Beobachtungsstationen sein.

Die Zahl der in den einzelnen Geschwindigkeitsgruppen begriffenen sehr starken Winde vermindert sich wesentlich mit der Zunahme der Geschwindigkeit. Solcher Wind, welcher die Geschwindigkeit von 70 m/sec erreicht oder übersteigt, ist zwischen 1931—1955, in 7 Fällen, Wind über 80 m/sec nur in 3 Fällen in den Messungen vorgekommen (zwischen 1931—1958, in 11 und 4 Fällen). Das Maß der Verminderung stellen wir mit dem in der Zahl der Tage ausgedrückten Jahresdurchschnitt (\bar{n}) charakterisiert dar (Abb. 2.). Wind von über 30 m/sec Geschwindigkeit wurde jährlich an 43 Tagen gemessen (im Durchschnitt an jedem 8. oder 9. Tage), während Wind von über 70 oder 80 m/sec Geschwindigkeit kommt im Durchschnitt nur an 0,3 bzw. 0,1 Tage vor.

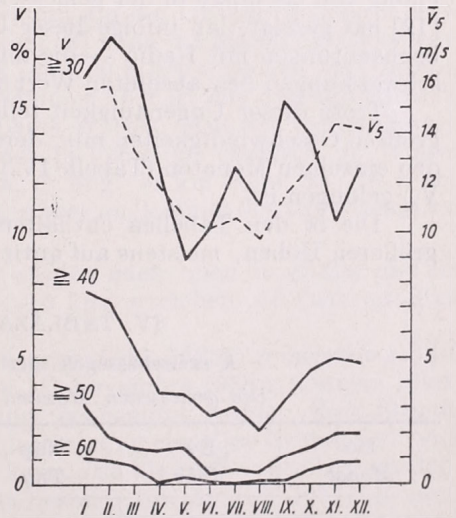
Die Tabelle III. enthält den jährlichen Gang der Häufigkeit der sehr starken Winde, charakterisiert mit der Zahl der Tage (n) und mit den Prozenten (%) der Pilottage. Die Angaben der Tabelle III. sind auch graphisch dargestellt (Abb. 3.).

Es ist anzunehmen, daß der Jahresgang der Häufigkeit der sehr starken Winde mit dem Jahresgang der Geschwindigkeit des Höhenwindes übereinstimmt, welcher letzterer aus der Bearbeitung von B. Béll [4] bezüglich der Budapester Reihe 1929—1953. bekannt ist. Laut dieser zeigt der Höhenwind in jedem Niveau der Troposphäre, z. B. in der mittleren Höhe von 5 km (Kurve \bar{v}_5) eine Verminderung der Geschwindigkeit von den Wintermonaten bis August, danach folgt eine langsame Zunahme bis November—Dezember.

Es ist auffallend, daß hauptsächlich die Häufigkeit der Winde von über 40 m/sec Geschwindigkeit mit diesem Jahresgang — sogar in kleinen Einzelheiten — übereinstimmt (Minimum im August, zweites Maximum im November). Es wäre verfehlt, daraus den Schluß zu ziehen, daß in der Ausgestaltung des Jahresganges der Geschwindigkeit des Höhenwindes die Strahlströmungen mit über 40 m/sec Geschwindigkeit die Hauptrolle spielen, denn die Ursache des Auftretens des zweiten Maximums im September und des zweiten Mini-



2. ábra — Abb. 2. A nagysebességű szelek előfordulásának évi átlaga (napokban) 1931—1955 között. — Jahresdurchschnitt der Häufigkeit der sehr starken Winde (in Tagen) zwischen 1931—1955.



3. ábra — Abb. 3. A nagysebességű szelek előfordulásának évi menete a pilótázó napok százalékában (1931—1955) és 5 km magasságban a közepes szélesség (\bar{v}_5) havi középértékei (1929—1953) — Jahresgang der Häufigkeit der sehr starken Winde in Prozenten der Pilottage (1931—1955) und Monatsmittel der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit (\bar{v}_5) in 5 km Höhe (1929—1953).

mums im November, welche die Ähnlichkeit der das Vorkommen sämtlicher sehr starken Winde repräsentierenden ($v \geq 30$) Kurve zu der Geschwindigkeitskurve (\bar{v}_5) vernichtet, auch im Ausfalle der winterlichen Messungen gesucht werden kann. Das Repräsentationsmaß der winterlichen Messungen geht auf 83% und nur 22% der aufsteigenden Pilotballone erreicht die Höhe von 10 km, im Gegensatze zu den sommerlichen 47%-en. (Siehe die Tabelle I.).

Nach den Untersuchungen von *H. Pogosjan* [9] sind die Träger der sehr starken Winde, die Strahlströmungen, in erster Linie bei Zyklonen zu beobachten, sie kommen bei Antizyklonen nur selten vor, und auch dann nur in anfänglichem Zustande. Deshalb läßt das im Gange der Kurven sich zeigende winterliche Maximum in Übereinstimmung mit der Erfahrung (*Hromov* [10], *Berkes* [11]) den Schluß zu, daß die sehr starken Winde erzeugenden Zyklonen und Frontalzonen im Umkreise unserer Heimat im Winter am häufigsten vorkommen. Der kleine Wert des Vorkommens im Sommer bestätigt den antizyklonalen Charakter dieser Jahreszeit.

4. *Die beobachteten Maxima der sehr starken Winde.* Die Ungenauigkeit der Pilotmessungen zeigt sich am klarsten bei der Bestimmung der absoluten Maxima der sehr starken Winde. Bei starkem Winde in der Höhe von 12 km bei einem Höhenwinkel von 10° verursacht ein Fehler von $0,1^\circ$ einen Höhenfehler von 720 m. Es kann also in dem Zeitintervalle von 1 Min. ein Fehler von 12 m/sec, bzw. im Falle zweier nicht kompensierten Fehler eine Abweichung von 24 m/sec in der gemessenen Geschwindigkeit auftreten. *E. Reiter* [12] hat gezeigt, daß infolge dieser Ungenauigkeit — sogar in Fällen der Windbeobachtungen mit Radio — die minutenweise gemessenen Geschwindigkeitsschwankungen den absoluten Wert der Windgeschwindigkeit erreichen können.

Trotz dieser Ungenauigkeit teilen wir, zu Zwecken der Orientierung, jene größten Geschwindigkeiten mit, deren Beobachtung uns während 25 Jahre in den einzelnen Monaten (Tabelle IV.) und in den verschiedenen Höhen (Tabelle V.) gelungen ist.

Die in den Tabellen enthaltenen Angaben beziehen sich, vor allem in größeren Höhen, meistens auf antizyklonale Lagen. In zyklonalen Wetterla-

IV. TÁBLÁZAT — TABELLE IV.

A szélesebbégek mért maximumai (1931—1955.)

Die gemessenen Maxima der Windgeschwindigkeiten (1931—1955).

Hó Monat	Év Jahr	Nap Tag	H km	ddd °	v_{max} m/s
I.	1944.	27.	9,0	10	68
II.	1949.	14.	12,0	52	67
III.	1940.	2.	8,0	360	65
IV.	1955.	18.	7,6	334	55
V.	1944.	9.	7,0	252	68
VI.	1945.	25.	12,0	333	74
VII.	1953.	14.	10,6	283	59
VIII.	1949.	20.	9,4	326	62
IX.	1941.	4.	7,0	6	55
X.	1935.	29.	9,6	355	80
XI.	1936.	11.	10,2	233	84
XII.	1936.	26.	8,5	22	80
Év — Jahr	1946.	11.	10,2	233	84

V. TÁBLÁZAT — TABELLE V.

A 30 m/s-ot meghaladó szélsőségek közepes (\bar{v}) és abszolút maximumai (v)
(1931—1955.)

Mittlere (\bar{v}) und absolute Maxima (v) der 30 m/sec übersteigenden Windgeschwindigkeiten
(1931—1955).

m/sec

H km	\bar{v}_{\max}	v_{\max}	H km	\bar{v}_{\max}	v_{\max}	H km	\bar{v}_{\max}	v_{\max}
0,5	33	34	3	38	48	10	59	84
0,7	36	44	4	39	50	11	55	70
1,0	41	51	5	45	53	12	51	67
1,5	38	50	6	49	64	13	43	56
2,0	37	43	7	57	14	14	38	50
2,5	38	43	8	60	80	15	36	42

gen können noch größere Geschwindigkeitswerte vorkommen. In Zyklonen ist die Strahlströmung im allgemeinen stärker, als in Antizyklonen, was dadurch erklärt werden kann, dass der Temperaturogensatz, welcher die Strahlströmung erzeugt, un Zyklonen grösser und seine Zone enger ist, als in Antizyklonen (*H. Pogosjan* [9]). Die mitgeteilten Angaben als reell betrachtend sehen wir, daß die Reihe der Geschwindigkeitsmaxima einen Jahresgang mit winterlichem Maximum zeigt, während das Minimum auf die Übergangsmonate fällt. Nach den Untersuchungen von *Cunningham* [2] kann die maximale Geschwindigkeit im Winter auf der Nordhalbkugel 70—100 m/sec erreichen (in Übereinstimmung mit unseren Messungen), im Sommer aber ist das charakteristische Maximum die Hälfte oder ein Drittel dieses Wertes. Auf der Südhalbkugel, über Australien, kommen stärksten Winde in der Höhe ebenfalls im Winter vor, welche im Niveau von 200 mb d. h. in ung. 11 km Höhe 60—70 m/sec Mittelgeschwindigkeit aufweisen, demgegenüber im Sommer der Durchschnittswert 40—50 m/sec ist [13].

Die Maxima der Geschwindigkeiten werden nach oben zu größer und im Niveau der Strahlströmung, zwischen 8—10 km, erreichen sie ihren größten Wert.

Die während des untersuchten Zeitraumes (1931—1955) gemessene größte Geschwindigkeit war 84 m/sec, welche am 11. November 1936 mit einem Pilotballon in 10 km Höhe bei 233° Richtung beobachtet wurde. Eine Stunde früher in demselben Niveau zeigte die Pilotmessung eine Geschwindigkeit von 76 m/sec an, diese Beobachtungsangabe kann also als reell angesehen werden. Ein noch stärkerer Wind wurde mit Radiosonde am 25 Juli 1957. in dem Aerologischen Observatorium zu Budapest in der Höhe 11 300 m aus Richtung SW wahrgenommen, dessen Geschwindigkeit 90 m/sec war. Nahe die gleiche Geschwindigkeit (88 m/sec) hat der Wind am 22. Februar 1959 in 8000 m Höhe aus der Richtung NNW gehabt.

Während der Periode 1931—1958 konnte man 60 m/sec erreichende oder übersteigende Windgeschwindigkeit über Budapest in 41 Fällen messen. Aus dieser Zahl werden jene Messungen, deren Realität durch wiederholte Pilotmessung oder durch Beobachtung mit Radiosonde bestätigt wurde, in der Tabelle VI. zusammengefaßt.

Auf der Nordhalbkugel können noch größere Geschwindigkeitswerte, als die bisher erwähnten, vorkommen. Über den südlichen Teil von Japan,

VI. TÁBLÁZAT — TABELLE VI.

Ismételt pilotméréssel (P), vagy rádiószondával (RS) megfigyelt, 60 m/s-ot meghaladó szélsőbességek

Mit wiederholter Pilotmessung (P) oder mit Radiosonde (RS) beobachtete, 60 m/sec über treffende Windgeschwindigkeiten.

Év Jahr	Hó Monat	Nap Tag	H km	ddd o	v m/s		Év Jahr	Hó Monat	Nap Tag	H km	ddd o	v m/s	
1933.	XII.	21.	7,3	20	70	P	1949.	II.	3.	10,9	69	63	P
1934.	II.	16.	8,5	52	62	P	1949.	VII.	20.	9,4	326	62	P
1935.	I.	3.	8,5	19	65	P	1954.	XI.	15.	8,5	234	62	P
1935.	I.	19.	6,0	60	60	P	1955.	I.	15.	6,4	332	70	P
1936.	I.	15.	9,0	291	60	P	1955.	II.	16.	11,4	291	60	RS
1936.	XI.	11.	10,2	233	84	P	1955.	II.	25.	8,4	255	62	RS
1942.	X.	15.	11,0	27	62	P	1955.	XII.	17.	11,3	291	74	RS
1942.	X.	19.	7,5	327	70	P	1956.	VIII.	10.	13,6	298	63	RS
1942.	XII.	4.	8,8	332	65	P	1957.	I.	7.	9,6	357	63	RS
1943.	XII.	28.	10,5	47	61	P	1957.	II.	26.	8,4	292	65	RS
1944.	I.	27.	9,0	10	68	P	1957.	VII.	29.	11,3	210	90	RS
1944.	V.	9.	7,0	252	68	P	1957.	XII.	2.	7,9	45	64	P
1946.	III.	27.	6,4	24	60	P	1958.	I.	28.	9,6	81	64	RS
1947.	III.	16.	12,7	332	63	P	1958.	XII.	17.	9,6	266	70	RS

wo der mittlere maximale Geschwindigkeit der Strahlströmung 90 m/sec erreicht, können gelegentlich Geschwindigkeiten von 120—150 m/sec auftreten [2].

Die systematisch mit Radiotheodolit ausgeführten Messungen die im Aerologischen Observatorium zu Budapest im Jahre 1959 eingeleitet worden sind, werden von dem Vorkommen der maximalen Geschwindigkeiten, von deren absoluten Werten, von der jährlichen Verteilung ein vielmehr reelles Bild geben, als das bisherige, inhomogene, von den Piloten und Radiosonden gelieferte Material.

*

Die Erforschung der Strahlströmungen über Ungarn haben wir mit der Untersuchung der in Budapest gemessenen und 30 m/sec erlangenden und übersteigenden sog. sehr starken Winde begonnen. Die gegenwärtige Arbeit bezweckt die bloße Publikation der erlangten Resultate ohne theoretischer Erörterungen. Die Bestimmung der sehr starken Winde nach Höhe und Richtung, sowie die Erforschung der kausalen Zusammenhänge und die Lösung der im Laufe der bisherigen Untersuchungen auftauchenden Fragen ist die Aufgabe weiterer Forschungen.

LITERATUR

- [1] Riehl, H. — Alaka, M. A. — Jordan, C. L. — Renard, R. T.: The jet stream. Meteorological monographs. Vol. 2. No. 7. Boston 1954. 100.
- [2] Berggren, R. — Gibbs, W. J. — Newton, C. W.: Observational characteristics of the jet stream. W. M. O. Technical note No. 19. Geneva 1958. 102.
- [3] Hille, A.: Megjegyzések a futóáramlás szóról. — *Bemerkungen über das Wort „Futóáramlás“ (Laufströmung)*. Időjárás 62. 1958. 301—302.
- [4] Béll, B.: A troposzféra éghajlata Magyarország fölött. — *Das Klima der Troposphäre über Ungarn*. Az Országos Meteorologiai Intézet kisebb kiadványai. 28. Budapest, 1954. 63.
- [5] Commission for Aerology. Abridged final reports of the second session. W. M. O. No. 65. Geneva 1957. 75.

- [6] Tóth, G. : Szokatlanul nagy szélsébség a szabad légkörben Budapest felett. — *Ungewöhnlich große Windgeschwindigkeit in der freien Atmosphäre über Budapest*. Időjárás, 37. 1933. 91.
- [7] Tóth, G. : Egy játékléggömb útja Angliától Magyarorszáig. — *Der Luftweg eines Spielballons von England bis Ungarn*. Időjárás 42, 1938. 88.
- [8] Beelitz, P. : Radiosonden. Berlin, 1954. 136.
- [9] Погосян, X. П. : Струйные течения в системе движущихся барических образований. Időjárás 61 (1957). 401—408.
- [10] Hromov, Sz. P. : A szinoptikus meteorológia alapjai. Budapest, 1952. 836.
- [11] Berkes, Z. : A távidőjelzés magyarországi módszere és eredményei. — *Die ungarische Methode der Fernprognosen und ihre Resultate*. Időjárás. 58. (1954). 329—340.
- [12] Reiter, E. : The layer of maximum wind. *Journal of Meteorology* 15. (1958) 27—43.
- [13] Radok U.—Clarke, R. H. : Some features of the subtropical jet stream. *Beiträge zur Physik der Atmosphäre*. 31 (1958). 89—108.

*

A NAGYSEBESSÉGŰ LÉGÁRAMLÁSOK BUDAPEST FÖLÖTT

1. *Bevezetés.* Az a rendkívül nagy érdeklődés [1, 2], amely a magyarul futóáramlásnak [3] nevezett nagysebességű légáramlások és a velük kapcsolatos cirkulációs folyamatok vizsgálatát kíséri, adott ösztönzést arra, hogy a Budapesten végzett magassági szélmegfigyelések alapján megvizsgáljuk a nagysebességű légáramlások előfordulásának gyakorisági értékeit (egyenlőre magasságra és irányra való tekintet nélkül) és megadjuk a nagysebességű szelek megfigyelt maximumainak havi és magassági eloszlását. Nagysebességű szélén a 30 m/s-os sebességértéket elérő és meghaladó szelet értjük, mert a nemzetközi előírások ezt szabják meg a futóáramlások alsó határául [5].

2. *A felhasznált anyag vizsgálata.* Budapesten magassági szélmérés 1913—1914. évben volt és az első világháborút követő hosszú szünet után 1927. évtől folyik napjainkig. A szélmerések általában egyszerű pilótléggömb egyteodolitos követésével történtek, a rendszeres szondás követések (az 1950. év előtti ún. nemzetközi napokon végzett néhány ballonszondás felszállástól eltekintve) a napi kétszeri rádiószondázás bevezetésével, 1953. február 1-én indultak meg. Mivel a szondás léggömbök követése is optikai úton történt, azért a futóáramlások szintjét elérő szélmegfigyelések száma erősen korlátozott.

Az egyszerű pilótméréssel nyert nagy szélsébségek realitását Tóth Géza igazolta először [6, 7], míg a ballon- és rádiószindával mért anyagra támaszkodva Béll Déla [4] sorolt fel néhány nagysebességű szélesetet, de az előfordulási eseteknek részletes számbavétele még nem történt meg.

Vizsgálatainkat 1931. évtől kezdtük el. Az elmúlt 28 év alatt végzett 28300 magassági szélmérés, valamint a 9138 pilotozó nap időbeli eloszlása azt mutatja (*I. ábra*), hogy kb. 1000 mérésnél a pilotozó napok száma 350—360 között állandósul és a pilotozó napok számában bekövetkező változások már meteorológiai okra vezethetők vissza.

Az eredmények értékelésének szempontjából szükségesnek mutatkozott megvizsgálni, hogy e nagyszámú megfigyelés milyen mértékben reprezentálja az időszakot az egyes magassági szinteken (*I. táblázat*). A pilotozó és az összes napok számának arányát a reprezentáció mértékének fogadtuk el és százalékosan fejeztük ki. A napi legmagasabb mérések százalékos eloszlása természetesen sokkal jobb képet ad, mintha valamennyi mérést figyelembe vennénk [8].

3. *A nagysebességű szelek előfordulása.* A nagysebességű szelek előfordulását azoknak a napoknak a számával adjuk meg, amelyeken a 30 m/s-os sebességet legalább egy mérés kimutatta (n) és e napoknak a pilotozó napok

százalékával kifejezett értékével (%) is jellemezzük (*II. táblázat*). A nagysebességű szelek előfordulásának menetében (*I. ábra*) tükröződik a pilotozó napok száma, azért a sorozatban mutatkozó 6—8 éves szakaszosság realitásáról nem beszélhetünk. Ennek a kérdésnek taglalása több más hazai pilotállomás megfigyeléseinek elemzése útján a további feldolgozás tárgya lesz.

Az egyes sebességcsoportokban foglalt nagysebességű szelek száma a sebesség növekedésével jelentékenyen csökken (*2. ábra*). Amíg 30 m/s feletti szélsebességet évenként 43 napon mértünk (átlagban minden 8—9. napon), addig 70 m/s, ill. 80 m/s feletti szél átlagban 0,3, ill. 0,1 napon fordul elő.

A nagysebességű szelek előfordulásának évi menete (*III. táblázat*) jó megegyezést mutat a magassági szél sebességének évi menetével (*3. ábra*). H. Pogoszján vizsgálatai szerint [9] a nagysebességű szelek hordozói, a futóáramlások inkább ciklonokban figyelhetők meg, ezért a gyakorisági értékek menetében mutatkozó téli maximum a tapasztalattal megegyezésben [10, 11] arra enged következtetni, hogy a nagysebességű szeleket létrehozó ciklonok, frontálzónák előfordulási gyakorisága hazánk környezetében télen a legnagyobb.

4. *A nagysebességű szelek megfigyelt maximumai.* A nagysebességű légáramlások sebesség maximuma nemcsak pilotméréssel, hanem még rádiószélmegfigyelésekkel is nagyfokú pontatlansággal állapítható meg [12]. Tájékozatás céljából e bizonytalanság ellenére is közöljük azokat a legnagyobb sebesség-értékeket, amelyeket 25 év alatt az egyes hónapokban (*IV. táblázat*) és az egyes magassági szinteken (*V. táblázat*) sikerült megfigyelni. A táblázatokban foglalt adatok — különösen nagyobb magasságokban — inkább anticiklonális helyzetre vonatkoznak; ciklonális helyzetekben még nagyobb sebesség értékek is előfordulhatnak. A sebességmaximumok sora évi menetet mutat téli maximummal, ami megegyezésben van más megfigyelésekkel [2, 13].

60 m/s-ot elérő és meghaladó szélesebességet 41 esetben mértek Budapest felett 1931—1958 között. Ezek közül 28 esetben ismételt pilotmérés, vagy rádiószondás megfigyelés erősítette meg e nagy sebességértékek realitását (*VI. táblázat*).

5. *Befejezés.* A Magyarország feletti futóáramlások tanulmányozását a Budapest légtérében mért 30 m/s-os sebességet elérő és meghaladó ún. nagysebességű szelek előfordulásának vizsgálatával kezdtük meg. E dolgozat célja csupán a nyert eredmények egyszerű közzététele volt, minden elméleti fejtegetés nélkül. A nagysebességű szelek magasság és irányok szerinti eloszlásának meghatározása, valamint az okozati összefüggések keresése és az eddigi vizsgálatok során felmerült kérdések megoldása a további munkálatok feladata lesz.

Durchschnittliche Luftübertragungs-Profile über der Sofioter Ebene

Average air-transfer profiles over the Plain of Sofia. Investigations on the air-transfer over the lowlands of Sofia were carried out by the Aerological Station of Bezburishche on basis of pilot-balloon measurements of 20 years. In the course of the processing-work annual mean frequency values of the wind directions according to height were determined in two velocity-groups. The main aim, however, was the computing of the average zonal and meridional air-transfer and also of the resultant air-transfer according to amount and direction. The author gives a detailed discussion of the results obtained for a whole year and also for half years, seasons and months always emphasizing the characteristics to be found. Finally, the annual mean values of wind-velocity are also determined, by the aid of which the computation of the coefficient of turbulent friction, too, was made possible.

*

In der vorliegenden Untersuchung wird es versucht, solche allgemeinen Eigenheiten in der Luftübertragung über der Sofioter Ebene hervorzuheben, die in Durchschnittswerten ausgedrückt werden können. Zu diesem Zweck hat man das Beobachtungsmaterial der Aerologischen Station in Bojurische ($\varphi = 42^{\circ}45'$, $\lambda = 23^{\circ}12'$ und $H = 550$ m) während des Zeitraumes von 1925—1945 verwendet. Es umfaßt die Winde bis zu verschiedenen Höhen, jedoch in unserer gegenwärtigen Untersuchung wurde dieses Material für Schichten in 500 m Abständen von der Erdoberfläche bis zu 3500 m über Grund entsprechend bearbeitet. Die Gesamtzahl der entsandten Pilotballone: die mit optischen Theodoliten beobachtet wurden, macht 6031 aus; das letzte untersuchte Höhenniveau von 3500 m erreichten bloss 2172 Ballone. Das Resultat dieser Untersuchung ist in zwei Geschwindigkeitsstufen — unter und 10 m/sec, oder darüber —, aus folgender *Tabelle I.* ersichtlich (in den Fällen „ruhig“ sind die Winde mit Geschwindigkeit bis zu 1 m/sec mitinbegriffen).

I. TÁBLÁZAT — TABELLE I.

Irány Richtung	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Szélesend és — Ruhig und	
	<10	>10	<10	>10	<10	>10	<10	>10	<10	>10	<10	>10	<10	>10	<10	>10	\bar{V}_z 1m/sec	\bar{V}_m <1m/sec
H																		
0	2,5	—	3,7	0,1	13,7	—	2,3	—	2,4	0,1	4,9	0,3	16,3	0,2	13,3	0,2	40,0%	2,3
500	4,5	0,1	6,5	0,1	13,6	0,7	13,7	0,9	7,1	1,0	12,3	3,2	12,7	1,0	17,3	4,5	0,8	6,3
1000	6,2	0,3	7,5	0,4	9,8	1,1	7,2	0,9	5,7	2,3	14,2	6,8	14,1	3,3	15,9	4,4	0,1	7,1
1500	9,6	1,2	6,6	0,9	7,9	1,0	4,2	0,8	4,0	1,7	11,8	6,8	16,9	7,2	14,5	4,8	0,1	8,1
2000	9,8	2,0	7,3	1,3	5,5	1,4	4,8	0,5	3,9	1,1	10,6	6,2	16,4	9,3	14,7	5,3	—	8,3
2500	9,9	3,0	8,0	1,6	4,7	1,0	3,0	0,4	4,5	0,8	11,4	5,4	14,6	9,5	15,1	6,7	0,4	9,0
3000	9,4	4,4	8,2	1,6	3,0	0,9	3,3	0,3	5,0	1,8	8,0	6,1	16,0	10,7	13,7	7,4	—	9,3
3500	11,0	4,7	8,6	1,4	3,3	1,0	2,9	0,2	4,1	1,0	8,2	7,0	14,3	10,2	14,5	7,6	—	9,3

Diese Tabelle der Jahresdurchschnitte wurde auf Grund der entsprechenden mittleren Monats-, Jahreszeiten- und Halbjahrsangaben errechnet, die zwar hier nicht aufgeführt werden, jedoch als Ausgangsmaterial für die nachstehenden Überlegungen zur Verwendung gelangen.

*) Verfasser des Aufsatzes: *Warwari B. Barow*, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes für Hydrologie und Meteorologie, Sofia.

Die weitere Bearbeitung der uns interessierenden Werte bestand im Folgendem :

Es wird die Grösse der Summe aller Projektionen, sowohl in der Richtung West-Ost, als auch in Richtung Nord-Süd festgelegt.

Es ist klar, dass dies durch die Grundformeln

$$A = W - E + (SW + NW - NE - SE) \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (1)$$

$$B = N - S + (NE + NW - SE - SW) \frac{\sqrt{2}}{2}$$

geschieht, welche dementsprechend dann als *durchschnittliche zonale Übertragung* oder *durchschnittliche meridionale Übertragung* gelten.

2. Es wird die Durchschnittsübertragung hinsichtlich Grösse und Richtung unter Zuhilfnahme der bekannten Gleichungen

$$R = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B}{A}$$

berechnet.

I. Die in der Tabelle I ermittelten Werte werden in Tabelle II angewendet.

II. TÁBLÁZAT — TABELLE II.

Légátvitel Übertragung H m.	A	B	R	α
0	11,7	— 6,9	13,6	—30° 40'
500	10,8	4,7	11,8	23° 19'
1000	24,4	2,1	24,5	5° 01'
1500	33,2	— 7,4	33,9	—12° 38'
2000	35,1	—10,9	36,7	—17° 17'
2500	36,5	—15,5	39,6	—23° 02'
3000	38,4	—15,3	41,7	—23° 00'
3500	37,3	—20,4	42,5	—28° 41'

Dieses Ergebnis zeigt, daß :

a) die durchschnittliche zonale Übertragung der Luft in allen Höhenlagen positiv ist, d. h. von Westen nach Osten gerichtet und weiter, dass sie über einer Höhe von 500 m über Grund ständig mit der Höhe ansteigt.

b) die Durchschnittliche meridionale Übertragung an der Erdoberfläche und ab 1500 m aufwärts steigt ebenfalls mit der Höhe an, nur in 500 und 1000 m Höhe über Grund ist sie von Süd nach Nord gerichtet.

c) das Gesamtansteigen der zonalen und meridionalen Übertragung in der Höhe bedingt auch das Ansteigen der durchschnittlichen Übertragung in gleicher Richtung.

d) hinsichtlich der Richtung West-Ost die Durchschnittsübertragung an der Erdoberfläche und ab 1500 m aufwärts dermaßen gerichtet ist, daß sie sich im Sektor Ost-Südost befindet und sich nur in 500 und 1000 m Höhe im Sektor Ost-Nordost hält.

II. Gemäß den Windbeobachtungen im warmen und kalten Halbjahr wurden durch (1) und (2) die in Tabelle III aufgezeichneten Werte ermittelt.

Es zeigt sich, daß die durchschnittliche zonale Übertragung im kalten Halbjahr von der Erdoberfläche bis zur höchsten, beobachteten Schicht von 3500 m ansteigt, hingegen während der warmen Jahreshälfte anfänglich sinkt, bei 500 m Höhe das Minimum erreicht und danach ansteigt.

III. TÁBLÁZAT — TABELLE III.

H m	Téli félév — Kaltes Halbjahr				Nyári félév — Warmes Halbjahr			
	A	B	R	α	A	B	R	α
0	10,9	-5,4	12,2	-26° 10'	12,1	-8,6	14,8	-35° 23'
500	17,6	13,2	22,6	37° 03'	4,0	-3,7	5,5	-42° 46'
1000	33,7	8,4	34,7	13° 59'	15,6	-4,3	16,3	-15° 29'
1500	41,2	-3,0	41,7	-4° 12'	24,7	-11,7	27,3	-25° 22'
2000	41,5	-9,4	42,6	-12° 44'	29,2	-13,2	32,0	-24° 19'
2500	40,9	-13,3	43,0	-17° 54'	32,4	-17,6	36,8	-28° 33'
3000	42,5	-12,5	44,0	-16° 23'	34,2	-20,6	39,8	-30° 54'
3500	42,3	-15,4	45,0	-20° 00'	32,2	-25,4	41,0	-38° 16'

Die durchaus meridionale Übertragung in Höhe von 500 und 1000 m verzeichnet ausnahmsweise während des kalten Halbjahrs. Luftübertragungen von Süden nach Norden, (in allen übrigen Schichten von Norden nach Süden) und während des warmen Halbjahrs bloß vom Norden nach Süden.

Die Grösse der durchschnittlichen Übertragung während des kalten Halbjahrs steigt unaufhörlich mit der Höhenlage. Während des warmen Halbjahrs sinkt sie anfänglich, bis zu einem Minimum H = 500 m, wonach es bis zur höchsten beobachteten Luftschicht ansteigt.

Die Richtung der durchschnittlichen Übertragung während des warmen Halbjahrs verbleibt gänzlich im Sektor Ost-Südost, hingegen wird während des kalten Halbjahrs eine Luftzufuhr auch von geringeren geographischen Breiten verzeichnet.

IV. TÁBLÁZAT — TABELLE IV.

H in Meter	Ősz — Herbst				Tél — Winter			
	A	B	R	α	A	B	R	α
0	5,6	-4,0	6,9	-30° 17'	12,6	-15,8	13,9	-24° 34'
500	4,9	15,1	15,8	72° 17'	21,5	12,7	25,0	30° 45'
1000	23,0	13,2	26,4	29° 59'	36,1	5,2	36,4	8° 12'
1500	34,0	-1,4	34,1	-2° 22'	44,4	-8,9	45,2	-11° 21'
2000	38,8	-4,2	39,0	-3° 10'	42,5	-15,4	45,1	-19° 57'
2500	38,4	-11,9	40,1	-17° 13'	42,5	-17,9	46,1	-22° 53'
3000	39,9	-14,0	42,3	-19° 20'	44,3	-12,5	46,0	-15° 45'
3500	41,0	-17,9	23,8	-24° 03'	40,9	-17,9	44,6	-23° 39'

H in Meter	Tavas — Frühjahr				Nyár — Sommer			
	A	B	R	α	A	B	R	α
0	10,6	-5,8	12,0	-28° 50'	17,9	-12,3	21,6	-34° 30'
500	11,9	5,7	13,2	25° 24'	6,4	-15,4	16,6	-67° 22'
1000	24,9	7,6	26,2	17° 01'	13,7	-17,0	21,8	-51° 07'
1500	31,3	1,1	31,4	1° 56'	22,8	-21,1	31,1	-42° 48'
2000	33,5	-2,9	33,6	-3° 56'	26,8	-23,6	35,6	-41° 25'
2500	36,2	-5,6	36,5	-8° 49'	29,6	-26,5	39,6	-41° 50'
3000	37,3	-8,6	38,4	-12° 59'	32,4	-31,5	45,1	-44° 12'
3500	36,1	-11,8	38,0	-18° 06'	31,1	-33,9	46,0	-47° 28'

III. Gemäß den Angaben über die Winde in den Jahreszeiten laut (1) und (2) wurden die Ziffern ermittelt, die in der folgenden Tabelle IV aufgezeichnet sind.

Aus diesen Ergebnissen ist ersichtlich, daß im allgemeinen die verzeichneten Eigenheiten für Sommer und Winter mit jenen für das kalte und warme Halbjahr übereinstimmen. Gleichzeitig verbreitern sich in den Übergangsjahreszeiten die Sektoren mit positiven Komponenten der meridionalen Über-

V. TÁBLÁZAT — TABELLE V.

H in Meter	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>a) Zónális légátvitel — Zonale Übertragung</i>												
0	18,8	21,8	18,1	11,3	2,8	14,9	19,1	20,2	8,8	7,6	0,0	-2,8
500	24,3	32,8	21,6	14,2	0,1	8,9	9,7	0,4	8,6	14,4	8,6	4,8
1000	39,6	37,2	32,7	29,8	13,1	18,0	15,6	7,7	5,6	34,0	29,3	31,7
1500	49,3	44,8	33,5	38,4	21,9	24,3	23,0	21,3	14,9	44,8	42,7	39,0
2000	45,8	39,4	35,9	38,8	25,5	23,8	29,0	27,2	21,0	48,6	46,7	42,8
2500	44,2	36,7	41,8	35,2	31,1	26,0	30,6	32,4	24,5	49,1	41,5	47,0
3000	52,0	43,4	40,3	40,6	30,4	26,7	36,1	34,0	31,7	46,2	41,3	37,1
3500	47,9	40,7	41,4	40,5	26,5	27,9	32,0	34,0	31,1	40,7	48,2	34,3
<i>b) Meridionális légátvitel — Meridionale Übertragung</i>												
0	-2,2	-9,8	-1,4	-6,7	-9,2	-11,0	-14,8	-10,8	-2,4	-2,8	-5,6	-5,4
500	11,9	3,1	3,2	9,1	4,1	-10,3	-20,0	-14,4	-0,8	21,7	24,1	27,6
1000	1,4	-2,4	4,7	10,4	8,2	-15,3	-22,5	-13,1	-0,3	17,6	22,5	16,6
1500	-9,1	-22,6	-1,8	0,9	4,0	-16,4	-26,3	-20,4	-17,5	5,3	8,7	5,3
2000	-6,1	-31,5	-7,3	-9,1	5,8	-16,9	-30,5	-23,0	-17,4	2,8	2,0	-8,5
2500	-8,5	-36,7	-11,6	-9,5	4,4	-23,9	-34,6	-21,1	-23,3	-7,3	-5,3	-8,4
3000	-7,0	-35,1	-9,3	-18,6	1,8	-28,8	-34,0	-32,0	-20,1	-10,7	-11,0	-13,0
3500	-5,5	-35,1	-11,0	-18,0	-6,3	-32,8	-38,0	-30,4	-29,1	-15,3	-9,1	-13,4

VI. TÁBLÁZAT — TABELLE VI.

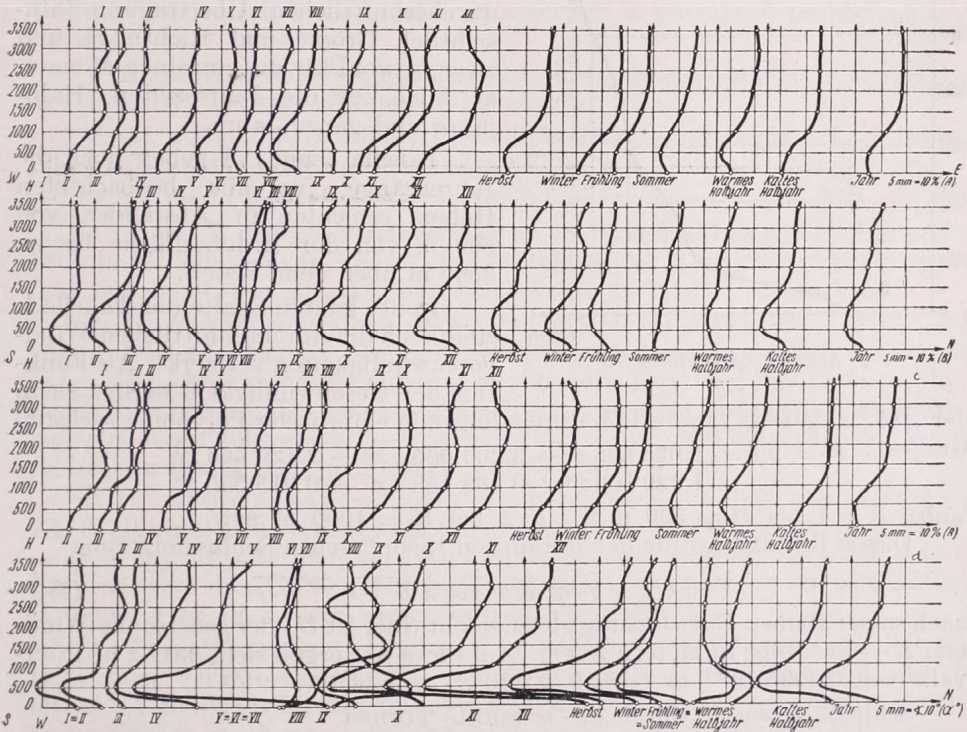
H in Meter	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>A) Átlagos légátvitel — Durchschnittliche Übertragung</i>												
0 m	18,9	23,8	18,2	13,1	9,6	18,5	24,0	22,8	9,8	8,4	5,6	6,1
500	27,0	32,1	21,8	16,8	4,1	13,6	23,1	14,4	8,7	26,1	25,4	28,0
1000	39,6	37,3	33,0	31,5	15,5	23,6	27,4	15,2	5,7	38,9	36,9	35,6
1500	50,0	50,0	33,5	38,4	22,3	29,2	33,4	29,4	22,9	45,1	43,5	39,4
2000	46,1	50,4	36,6	39,1	26,2	29,2	42,0	35,6	26,8	48,6	46,7	43,8
2500	45,0	51,9	43,3	36,5	31,4	35,2	46,2	38,7	33,8	49,5	41,8	47,7
3000	53,0	55,8	41,3	44,6	30,5	39,5	49,6	46,7	37,5	47,4	42,7	39,4
3500	48,2	53,6	42,8	44,4	27,2	43,0	49,5	45,7	42,6	43,5	49,0	36,8
<i>B) Az átlagos légátvitel iránya — Richtung der durchschnittlichen Übertragung</i>												
0 m	-6°42'	-24°15'	-4°14'	-30°35'	-73°03'	-36°26'	-37°30'	-28°14'	-25°25'	-19°36'	-90°00'	117°25'
500	26°07'	5°33'	8°25'	32°32'	88°35'	49°10'	65°27'	88°36'	5°35'	56°35'	70°20'	80°05'
1000	2°02'	-3°45'	8°07'	19°14'	32°03'	-40°32'	-55°16'	-59°32'	8°20'	27°23'	37°34'	27°39'
1500	-10°27'	-26°48'	-3°09'	1°21'	10°22'	-34°01'	-48°48'	-43°48'	-49°36'	6°45'	11°28'	7°44'
2000	-7°45'	-38°39'	-11°29'	-7°29'	12°47'	-35°18'	-46°24'	-40°14'	-39°40'	3°18'	2°27'	-11°12'
2500	-10°52'	-45°09'	-15°29'	-15°07'	7°58'	-42°37'	-48°30'	-33°06'	-43°37'	-8°27'	-7°16'	-10°07'
3000	-11°32'	-39°01'	-13°00'	-24°36'	3°42'	-47°11'	-43°19'	-43°18'	-32°22'	-13°04'	-14°54'	-19°20'
3500	-6°33'	-40°47'	-14°53'	-23°58'	13°22'	-49°37'	-49°54'	-41°48'	-43°06'	-20°36'	-10°42'	-21°20'

tragung und nehmen zu. Und tatsächlich steigt im Herbst die Intensität der meridionalen Übertragung in 500 und 1000 m Höhe, von Süd nach Nord gerichtet, im Vergleich zur jener im Winter an, hingegen, obwohl die Häufigkeit im Frühjahr abnimmt, verbreitert sich die Übertragung in der Höhe und in der 1500 m Schicht. Infolgedessen ergibt sich während der Zeit von Anfang Herbst bis einschließlich Frühjahr in der Profilhöhe ein Gebiet, in welchem die durchschnittliche zonale Luftübertragung angesichts der von Süden nach Norden gerichteten meridionalen Übertragung vor sich geht. Diese positive

meridionale Übertragung zeigt dabei im Herbst die größte Intensität, welche im Winter sinkt und einen schmälere Sektor einnimmt, während sie im Frühjahr, obwohl sie sich in der Höhe verbreitert, weiter abnimmt und im Sommer aufhört.

Zur genaueren Erfassung dieser Eigenheiten gemäß den Ziffern der einzelnen Monate wurden durchschnittliche monatliche zonale und meridionale Übertragungen ermittelt. Sie sind aus der *Tabelle V* ersichtlich.

Es ergibt sich, daß die durchschnittliche zonale Übertragung in allen Höhenlagen während aller Monate ihre Richtung von West nach Ost beibehält



1. ábra — *Abbildung 1.*

(nur an der Erdoberfläche hat sie im November den Wert 0,0. Im Dezember ist sie von Ost nach West gerichtet und hat eine Grösse von 2,8).

Die meridionale Übertragung an der Erdoberfläche (Niveau 0 m), ist ganzjährig vom Norden nach Süden gerichtet. Dieselbe Richtung behält sie in allen Höhenlagen während des Zeitabschnittes bis einschl. September bei. Während der Monate Oktober/November ist sie jedoch in der Höhe von 500 bis 2000 m bereits von Süden nach Norden gerichtet. Danach verbleibt sie im Dezember positiv bis zur Höhe von 1500 m, im Januar bis 1000 m Höhe und im Februar nur bis ungefähr 500 m Höhe. Hernach verbreitert sich die positive meridionale Übertragung erneut in der Höhe, jedoch bei verringerter Intensität, indem sie im März die Höhenlage von 1000 m, im April jene von 1500 m einnimmt und im Mai bei ganz geringer Intensität sogar bis zu einer Höhe von 3000 m steigt, wonach sie aufhört.

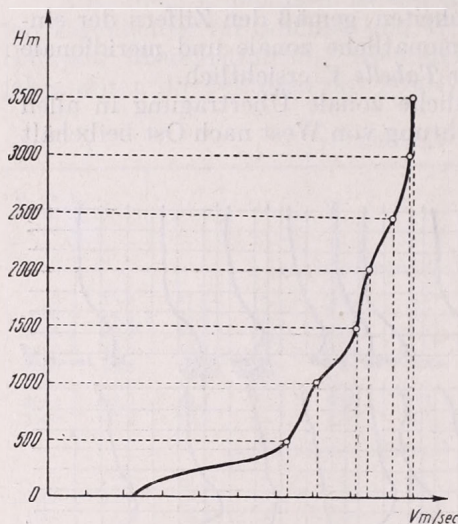
Die durchschnittliche Übertragung bezüglich Grösse und Richtung während der einzelnen Monate — errechnet auf Grund der Ziffern für Höhenwinde in den entsprechenden Monaten — ist aus der *Tabelle VI* ersichtlich.

Es fällt gleich auf, daß die Zahlen dieser letzten Tabelle unmittelbar zu den Schlussfolgerungen in der *Tabelle V* führen.

Zur noch besseren Verdeutlichung gibt die *Abb. 1*, auch das graphische Bild der Zonalen, meridionalen und durchschnittlichen Übertragung (hinsichtlich Grösse und Richtung), und zwar, sowohl für die einzelnen Monate, als auch für die Jahreszeiten, Halbjahre und ganze Jahre.

Tabelle V und *VI* geben noch die Jahrgänge für alle beobachteten Hohen schichten in Abständen von 500 m von der Erdoberfläche bis zu 3500 m über dem Boden.

In der letzten Spalte der *Tabelle I* sind noch die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten vermerkt. Als Funktion der Geschwindigkeit werden sie in



2. ábra — *Abbildung 2.*

der *Abb. 2* gezeigt (analytisch durch folgende empirische Polynome sechsten Grades): $V = 2.3 + 6.039\ 895\ x - 3.203\ 665\ .x^2 + 2.120\ 666\ x^3 - 1.230\ 500\ x^4 + 0.289\ 158\ .x^5 - 0.015\ 555\ x^6$

wobei $x = 1$ bei $H = 500$ m ; $x = 2$ bei $H = 1000$ m usw.

Dieses Resultat wurde der bekannten theoretischen Schlussfolgerung

$$V = U_g \sqrt{1 - 2 e^{-\alpha Z} \cos \alpha Z + e^{-\alpha Z} + e} \quad (4)$$

nach seiner Reihen Entwicklung gleichesetzt (hier ist U_g der geostrophe Wind und Z — die Höhe in Metern zeigt). Auf diese Art ergab sich, dass α in Intervalle von $0.5095 \cdot 10^{-3} \cdot m^{-1}$ bis $0.532 \cdot 10^{-3} \cdot m^{-1}$ bleibt.

Schließlich wurde durch die bekannte Formel

$$\mu = \frac{\rho \cdot \omega \cdot \sin \varphi}{\alpha^2} \quad (5)$$

auch der Koeffizient der turbulenten Reibung errechnet. Bei $\rho = 0.95 \cdot 10^{-3}$, Gr. cm^{-3} , $t = 4.0^\circ$ ergab sich in einer dreikilometerhohen an die Erdoberfläche grenzenden Schicht und bei $\omega = 7.29 \cdot 10^{-5} \text{ sek}^{-1}$, daß μ im Intervalle von $1.660 \cdot 10^{-3}$ Gr. $cm^{-1} \cdot \text{sek}^{-1}$ bis $1.815 \cdot 10^{-3}$ Gr. $cm^{-1} \cdot \text{sek}^{-1}$ schwankt, welches Ergebnis mit der theoretischen Bestimmung nach seiner Grössen Ordnung gut übereinsimmt.

*

ÁTLAGOS LÉGÁTVITEL-PROFILOK A SZÓFIAI SIKSÁG FELETT

A dolgozat a szófiai síkság felett végbemenő légátvitel magassági eloszlásának jellegzetességeivel foglalkozik a talajtól 3500 m magasságig. A tanulmány anyagául a bozsurisesei aerológiai állomás $\varphi = 42^\circ 45'$ $\gamma = 23^\circ 12'$, tszf magasság 550 m) pilotszélméréseit használja fel. Az 1925—1945 időszak alatt

felbocsájtott léggömbök száma 6031 volt. Közülük 2177 léggömb érte el a 3500 m magasságot. A szélsébséget évi közepes gyakoriság (%) szempontjából két csoportban szemlélteti az *I. táblázat*, mégpedig 10 m/sec értéken alul, valamint 10 m/sec és ezen felüli sebességű csoportban. Külön van feltüntetve a szélsendő és benne az 1 m/sec értéket el nem érő szélsébség gyakorisága.

A további feldolgozás a légátvitel kiszámítása céljából az (1) egyenletet vette alapul, mely az átlagos zonális és meridionális légátvitel értékeit szolgálta, illetve a (2) egyenlet felhasználásával az eredő légátvitel nagyságát és irányát is megadta. Ennek a munkaszakasznak az évi átlagokra vonatkozó eredményeit ismerteti a *II. táblázat*, amelyből a következő tanulságok vonhatók le:

1. Az átlagos zonális légszállítás 500 m-től kezdve minden magasságban W—E irányú és nagysága felfelé növekedik.

2. Az átlagos meridionális légszállítás 1500 m-től kezdve N—S irányú, felfelé nő, de 500 és 1000 m-en irányja S—N.

3. Az eredő légátvitel az összetevőkhöz hasonlóan viselkedik.

4. A W—E irányra vonatkozólag az eredő légszállítás a föld felszínén és 1500 m-től felfelé olyan irányú, hogy általában az E—SE szektorban marad, csak 500 és 1000 m magasságban helyezkedik az E—NE szektorban.

A *II. táblázat* adatainak félévi (hideg félév és meleg félév) felbontását tünteti fel a *III. táblázat*. Ennek egyik jellegzetessége, hogy amíg a hideg félévben 500—1000 m magasságban a meridionális légátvitel S felől jön, addig a meleg félévben minden magasságban N felőli szeleket láthatunk. Az irány a meleg félévben teljesen az E—SE szektorban marad, de a hideg félévben kisebb földrajzi szélesség felől jövő légátvitel is érvényben van.

A *IV. táblázat* az évszakokra való felbontás légszállítási adatai láthatók. Ebből előtűnik az az érdekes körülmény, hogy őszelejtől tavasz végéig van a profilon egy olyan terület, amelyen az átlagos zonális légszállítás a délről észak felé tartó meridionális légszállítással együttesen megy végbe. A déli szállítás tavasszal gyengül, nyáron pedig egészen megszűnik.

Az *V. táblázat* a havi részletezést tartalmazza. Ez többek között azt mutatja, hogy decemberben a talaj mentén a zonális légszállítás E—W irányba fordul. A délről jövő légátvitel magassági távköze márciustól májusig fokozatosan 3000 m-re nő meg, de folyton gyengülő értékek mellett, míg júniusra eltűnik.

Az eredő légátvitel havi közepes értékeit és irányát tárja elénk a *VI. táblázat*. Ennek adatait, hozzávéve az évszaki, félévi és évi értékeket is az *1. ábra* grafikusán is szemlélteti.

Az *I. táblázat* utolsó oszlopában található szélsébségi értékeket, melyeket a *2. ábra* is feltüntet, a (3) egyenlet alapján nyerték, ami lehetőséget adott az α értékek ingadozásának a megismerésére. Végül az (5) egyenlet alapján a turbulens súrlódás μ együtthatójára is nyerhető volt egy érték-távköz, amely nagyságrendileg az elméleti értékkel jó egyezést mutat.

Különböző talajok fölötti légrétegek hőforgalma a Balaton térségében

Összefoglalás : A dolgozat a különböző felszínekről turbulens csere útján elszállított hő kiszámítására az *Obuhov* és *Monyin* által kidolgozott módszert alkalmazza. A Balaton térségében levő 3 mérőállomásra bemutatja a hőforgalom átlagos menetét (I. táblázat). Összehasonlítja az egyes állomásokon a turbulens csere által elszállított hő, a párologtatásra fordított hő és a globálsugárzás útján nyert hő napi értékeit (1. ábra). Megvizsgálja a hőszállítás napi menetét különböző időjárási helyzetekben (II. táblázat).

*

Теплообмен атмосферных слоев, находящихся над различными почвами в площади озера Балатон. Для вычисления тепла, перенесенного от разных поверхностей путем турбулентного обмена употребляется метод Обухова и Монины. Показывается средний ход теплообмена на трех станциях в площади Балатона (Табл. I.). Сравниются на отдельных станциях дневные значения тепла, перенесенного турбулентным обменом; тепла, уделенного на эвапорацию и тепла, полученного путем глобальной радиации (Рис. 1). Исследуется дневной ход переноса тепла при различных положениях погоды (Табл. II.).

*

Az aktív felszín és a légkör között a hőcsere általában turbulens jellegű. A felszínen felmelegedett légrétegszecskek rendezetlenül, örvényesen felszállnak, és magukkal viszik lent megszerzett hőkészletüket. Ennek a hőkészletnek turbulens csere útján történő elszállítása két körülménytől függ: egyrészt a felfelé, ill. lefelé irányuló levegőszállítás intenzitásától, másrészt a hőmérséklet függőleges különbségétől, azaz a szél és a hőmérséklet függőleges gradienseitől.

Tanulmányunknak célja, hogy áttekinthető képet nyújtson arról a hőmennyiségről, amely a különböző felszínekről turbulens csere révén jut a magasabb légrétegekbe.

Számításainkat *Obuhov* és *Monyin* módszere szerint végeztük el [1]. Ez a módszer a felszínközeli légréteg hőforgalmának kiszámítására két szintben történő hőmérséklet- és szélesebesség méréseket tesz szükségessé.

A turbulencia elméletében a legnagyobb nehézséget a légkör hőmérsékleti rétegződésének figyelembevétele okozza. Éppen ezért az elméleti levezetéseket először adiabatikus légrétegződésre végezték el. Ebben az esetben a hőszállításra vonatkozó

$$H = - \rho c_p K \frac{\partial T}{\partial z} \quad (1)$$

egyenletbe — ahol ρ a levegő sűrűsége, c_p az állandó nyomáson vett fajhő, K a kicserélődési együttható, $\partial T / \partial z$ a függőleges hőmérsékleti gradiens — K helyébe a

$$K = k u_* z \quad (2)$$

kifejezést helyettesítjük; u_* a súrlódási sebesség. A felszíni nyíródás mértékét két szint között az

$$u_* = \frac{k (u_2 - u_1)}{\log z_2 / z_1} \quad (3)$$

összefüggés adja meg, $(u_2 - u_1)$ a z_2 és z_1 szintben mért szélességkülönbség. A (2) és (3) egyenletben előforduló k Kármán-konstans értékét 0,38 helyett Clauser újabban (1956) 0,41-nek veszi (idézve [1]-nél a 3. oldalon).

A kicserélődési folyamatok és ezzel együtt a turbulens hőszállítás intenzitását is a kicserélődési együttható határozza meg. Az (1) képletbe helyettesítve a kicserélődési együttható értékét, a

$$H = \frac{\rho c_p k^2 (u_2 - u_1) (T_1 - T_2)}{(\log z_2/z_1)^2} \quad (4)$$

kifejezést kapjuk, — $(T_1 - T_2)$ a z_1 és z_2 szintben mért hőmérséklet-különbség —, amely megadja adiabatikus légrétegződés esetén a magasabb légrétegeknek turbulens csere útján átadott hőmennyiségét gcal/cm²sec egységekben.

A (4) egyenletet általánosítjuk nem adiabatikus légrétegződésre. Ebben az esetben a súrlódási sebesség:

$$u_* = k \frac{(u_2 - u_1) - \alpha \frac{(z_2 - z_1) (T_1 - T_2) g}{(u_2 - u_1) T}}{\log z_2/z_1} \quad (5)$$

α konstans, értéke $-0,6 \pm 10\%$ hibával, g a nehézségi gyorsulás, T a két szint középhőmérséklete.

Ezt az u_* értéket behelyettesítve a hőszállítás egyenletébe, megkapjuk az aktív felszíntől turbulencia útján elszállított hőmennyiséget, általános esetre vonatkozóan:

$$H = \rho c_p u_*^2 \frac{T_1 - T_2}{u_2 - u_1} \quad (6)$$

Az egyenletből látható, hogy a talaj közeléből elszállított hőmennyiséget egyszerűen kiszámíthatjuk, ha két szintben mérünk hőmérsékletet és szélességet.

Számításainkra az 1958-ban megindult Balaton-kutatási program 1958. július 29-től augusztus 23-ig terjedő mérési időszakának adatait használtuk fel. A méréseket 3 helyen végeztük: Szabadságpusztán, amely a Balatontól kb. 10 km távolságban, a Veszprémi-platón fekszik, 300 m tengerszintfeletti magasságon. A vékony löszrel fedett márga, dolomit, ill. mészkő talajt fű borította. Balatonalmádiban partmenti ligetes sávban, füves, lápos helyen, a víztől 20 m-re mértünk, szélről erősen védett környezetben. Papkutapusztán a Balatontól délre 4 km-es távolságban, fűvel borított vastag lösztakarón, 140 m tengerszintfeletti magasságon, szélnek kitett helyen történtek a mérések.

Az észlelések óránként, reggel 6 órától délután 18 óráig folytak. A hőmérséklet és szélesség gradiensét a 20 cm-

I. TÁBLÁZAT

A hőforgalom átlagos napi menete (gcal/cm² min)

Óra	Balatonalmádi	Szabadságpusztá	Papkutapusztá
6	-0,020	-0,054	-0,004
7	-0,018	-0,036	0,060
8	-0,014	0,048	0,156
9	0,054	0,096	0,144
10	0,078	0,180	0,210
11	0,102	0,198	0,222
12	0,120	0,180	0,234
13	0,102	0,168	0,198
14	0,094	0,144	0,156
15	0,042	0,078	0,120
16	0,033	-0,030	0,036
17	-0,014	-0,084	-0,012
18	-0,132	-0,114	-0,084

ben és 200 cm-ben Assmann-féle pszichrométerrel mért hőmérséklet, ill. kanalas kézi műszerrel mért szélsőértékének segítségével határoztuk meg. Számításaink alapjául ezek a gradiensek szolgáltak.

Az I. táblázatban bemutatjuk a fentebb ismertetett módszer alapján számított hóforgalom átlagos napi menetét a 3 állomásra vonatkozóan.

A napi menet a 3 állomáson lényegében azonosan alakul: a reggeli órákban a hőszállítás a talaj felé irányul és Balatonalmádiban csak 9, Szabadságpusztán 8, Papkutapusztán 7 órákor fordul meg a hőcsere iránya. A talajtól a magasabb légrétegeknek átadott hőmennyiség mindhárom mérőhelyen a déli órákban éri el a maximumot, ezután fokozatosan csökken és 17 óra körül már ismét a talaj felé szállítódik a hő. Balatonalmádiban a mérőhely a reggeli órákban árnyékban volt, ezért van itt még reggel 8 órákor is földfelszín felé irányuló hőszállítás.

A hóforgalom átlagos napi összege (napi összegen természetesen csak a 13 órán belül végbemenő hóforgalmat értjük jelen esetben) a 3 állomáson a következőképpen alakul:

Balatonalmádi:	49,3 gcal/cm ² 13 óra
Szabadságpuszta:	84,6 gcal/cm ² 13 óra
Papkutapuszta:	97,9 gcal/cm ² 13 óra

Ebből a hőmennyiségből:

Balatonalmádiban	11,8 gcal
Szabadságpusztán	19,1 gcal
Pakutapusztán	6,0 gcal

hő szállítódik a talaj felé a reggeli és esti órákban. Szembeötlő Szabadságpusztán a földfelszínhez történő hőszállítás eléggé nagy értéke. Ezt a talaj minőségével magyarázhatjuk.

Tehát a talaj a fölötte levő levegőnek cm²-ként

Balatonalmádiban	37,5 gcal
Szabadságpusztán	65,5 gcal
Papkutapusztán	91,9 gcal

hőt adott át egy nap folyamán.

Várakozásunknak megfelelően Balatonalmádiban kapjuk a hőszállítás legkisebb értékét, és Papkutapusztán a legnagyobbat. Turbulens hőszállításról lévén szó, joggal feltehető, hogy Balatonalmádiban, a szélről erősen védett környezetben működő állomáson a súrlódási sebesség —, amelynek négyzetével arányos a hőszállítás —, sokkal kisebb, mint a szélnek kitett Papkutapusztán vagy Szabadságpusztán. Ezt bizonyítják adataink is. Másrészt a 3 mérőhely közül Balatonalmádiban fordítódott a legtöbb hőmennyiség párologtatásra [2], tehát kevesebb jutott turbulencia útján való elszállításra. Párologtatásra ugyanebben az időszakban egy nap folyamán

Balatonalmádiban	114,6 gcal
Szabadságpusztán	61,0 gcal
Papkutapusztán	91,3 gcal

hő használódott el négyzetcentiméterenként.

Ugyanakkor 6—18 óra között külön-külön a 3 felszín 1 cm²-ére a következő globálisugárzás érkezik :

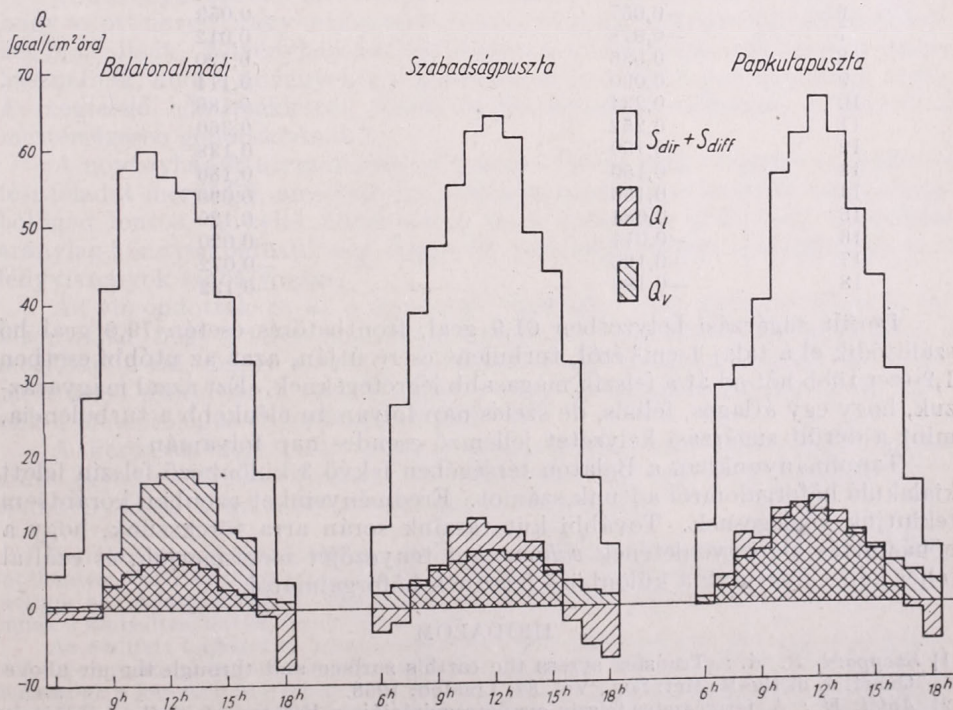
Balatonalmádi	458,3 gcal
Szabadságpuszta	503,8 gcal
Papkutapuszta	507,8 gcal

Legkevesebb sugárzásmennyiséget a Balatonalmádiban működő mérőállomás kap, ennek fő oka az állomás reggeli árnyékoltsága. Kevesebb hőt nyer a talaj sugárzás útján, kevesebb hó jut a turbulencia révén való elszállításra is.

Ha az említett térség éghajlatáról kapott képet teljesebbé akarjuk tenni, ismernünk kell az illető felszín hőháztartását. A

$$Q_s + Q_l + Q_t + Q_v = 0$$

kifejezés —, amelyet a hőháztartás alapegyenletének neveznek —, minden egyes tagját külön-külön kell meghatározni. Tanulmányunkban a Q_l -t, az ún. levegőelvezetési tényezőt határoztuk meg. Korábbi vizsgálatokból ismeretes a Q_v halmazállapotváltozási tényező átlagos napi menete ugyanebben az időszakban a 3 mérőhelyre. Q_s sugárzási tényező, amelyet jelenleg csak részben ismerünk. A Q_t talajvezetési tényező meghatározása céljából nem végeztünk méréseket. A hőháztartás alapegyenletének ismert tényezőit az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra

Az ábrán feltüntetett adatok alapján megállapíthatjuk, hogy míg Balatonalmádiban a felszínre érkező globálsugárzás útján nyert hő egynegyed része fordítódik párologtatásra és csak 1/12 része turbulens hőszállításra, addig Szabadságpusztán és Papkutapusztán azonos hőmennyiség esik mindkét részre, az előbbi mérőhelyen a globálsugárzás útján nyert hő 1/8—1/8, az utóbbi mérőhelyen 1/6—1/6 része. A megmaradó hőmennyiséget részben elvezeti a talaj mélyebb rétegekbe, részben kisugárzás útján távozik a föld felszínéről.

Erdemes megvizsgálnunk még azt, hogy az egyes állomásokon a *különböző időjárási helyzetekben* kialakult hőforgalom napi menetében találunk-e jelentős különbséget. A szinoptikus helyzet, a szél és sugárzás alapján 4 időjárási helyzetet különböztettünk meg :

1. derült sugárzási,
2. gyenge kelet—délkeleti—déli széllel, túlnyomóan derült,
3. északnyugati betörés (felhős, élénk északnyugati szél),
4. borús szeles (csapadékos) időjárási helyzetet.

Részletes számításokat a Szabadságpusztán kapott adatokkal végeztünk. Derült sugárzási napokat állítottunk szembe olyan napokkal, amikor északnyugati frontbetörés volt. A július 29—augusztus 23. közötti mérések időszakában 8-szor fordult elő derült sugárzási helyzet és 6-szor északnyugati frontbetörés. E két időjárási helyzetre a hőforgalom átlagos napi menetét a II. táblázatban mutatjuk be.

II. TÁBLÁZAT

A hőforgalom átlagos napi menete Szabadságpusztán (gal/cm² min)

Óra	Derült, sugárzási helyzetben	Északnyugati frontbetörésnél
6	-0,057	-0,059
7	-0,078	0,012
8	0,036	0,120
9	0,090	0,114
10	0,234	0,186
11	0,252	0,360
12	0,150	0,138
13	0,150	0,186
14	0,156	0,090
15	0,084	0,120
16	-0,014	-0,020
17	-0,126	-0,072
18	-0,180	-0,132

Derült sugárzási helyzetben 61,9 gal, frontbetörés esetén 79,6 gal hő szállítódik el a talaj 1 cm²-éről, turbulens csere útján, azaz az utóbbi esetben 1,2-szer több hőt ad át a felszín magasabb légrétegeknek. Ezt azzal magyarázzuk, hogy egy átlagos, felhős, de szeles nap folyamán élénkebb a turbulencia, mint a derült sugárzási helyzetet jellemző csendes nap folyamán.

Tanulmányunkban a Balaton térségében fekvő 3 különböző felszín felett kialakuló hőforgalomról adtunk számot. Eredményeinket azonban korántsem tekintjük véglegesnek. További kutatásaink során arra törekszünk, hogy a hőhátartás alapegyenletének *valamennyi* tényezőjét megismerjük, és ezáltal teljes képet nyerjünk a különböző felszínek hőforgalmáról.

IRODALOM

- [1] Sheppard, P. A. : Transfer across the earth's surface and through the air above Quart. J. of the R. Met. Soc., Vol. 84. London, 1958.
- [2] Antal, E. : A természetes felszín evapotranspirációja a Balaton térségében. Időjárás 63. Budapest, 1959.

Néhány adat egy növényház klímájához

Összefoglalás : A tanulmány egy növényházban végzett léghőmérséklet, légnedvesség, talajmenti minimum-hőmérséklet, talajhőmérséklet és légáramlás mérés eredményeiről számol be. Összehasonlítja a vizsgált elemek növényházban és szabadban mért értékeit, majd a növényházban belül talált különbségeket és ezek okait tárgyalja. Külön foglalkozik a szellőztetés hatásfokának vizsgálatával változó szél-összálások esetében. Anticiklonális időjárási helyzetek alkalmával a növényházban belül a léghőmérséklet 30—35 °C-ot érhet el, sőt alkalmankint meg is haladhatja, s ez súlyos élettani zavarokat okoz, éppen azért, mert az említett időjárási helyzetek a későtavaszi és a kora-nyári hónapokban gyakoriak.

*

Einige Angaben zum Klima eines Gewächshauses. Der Verfasser gibt die Ergebnisse der in einem Gewächshaus ausgeführten Lufttemperatur-, Luftfeuchtigkeit-, bodennaher Minimumtemperatur-, Bodentemperatur- und Luftströmungsmessungen bekannt. Es werden die im Gewächshaus und im Freien gemessenen Angaben der untersuchten Elemente verglichen, sodann die innerhalb des Gewächshauses vorgefundenen Unterschiede und deren Ursachen behandelt. Der Wirkungsgrad der Belüftung bei wechselnden Entlüfterständen wird einer separaten Untersuchung unterzogen. Bei antizyklonalen Wetterlagen kann die Lufttemperatur im Inneren des Gewächshauses bis zu 30—35° C steigen, ja diese übertreffen, und dies kann schwere biologischen Störungen zur Folge haben; eben infolge der Häufigkeit der erwähnten Wetterlagen in den Monaten des Spätfrühlings und des Frühsommers.

*

A növényházakban mesterséges mikroklímát alakítanak ki abból a célból, hogy az ott nevelt, vagy termesztett növényeknek a legkedvezőbb életfeltételeket biztosítsák. Növényházakat elsősorban a zöldségtermesztő kertészetekben használnak, ahol a növényeket a külső hideg és a szél káros hatásaitól védik. A megfelelő hőmérsékletről, vízről és amennyiben szükséges, a fényről is mesterségesen gondoskodnak.

A növényházak üzemeltetésénél számos fűtési, megvilágítási és szellőztetési feladat merül föl, amelyek megoldása a gazdaságos termelés szempontjából igen fontos. A kellő hőmérséklet és a szükséges nedvesség biztosítása aránylag könnyen oldható meg. Nagyobb nehézséget jelent a szellőztetés és a fényviszonyok szabályozása.

Az elmondottak és az e kérdéssel foglalkozó elég gyér irodalom is azt bizonyítják, hogy e téren még sok a tennivaló. Nem érthetünk egyet azzal a megállapítással, amely szerint : „a kondicionált üvegház klímája oly nagymértékben irányítható, szabályozható, hogy az üvegház meglehetősen távol esik a meteorológus érdeklődési körétől.” [1]

A kérdések tisztázását nagyon megnehezíti, hogy a növényházaknak nincs egységes típusa, s ennek következtében egy-egy mérési helyen nyert eredmény csak a kérdéses növényházra vonatkozik.

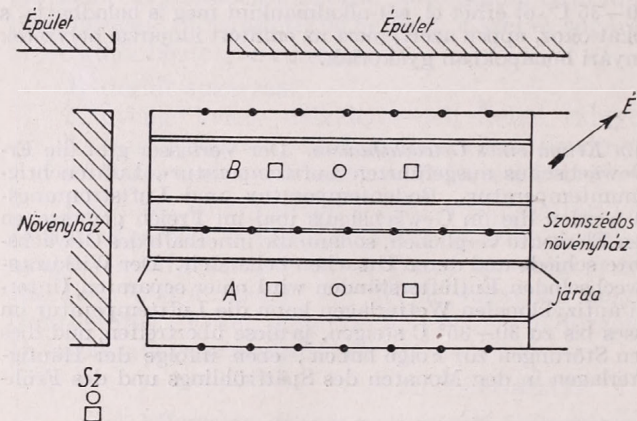
Tanulmányunkban a Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Villányi úti telepén levő hajtatóházban 1957. április 1-től július 20-ig végzett mérésekről és azok eredményeiről számolunk be. Adatgyűjtésünk célja a hajtatóház mikroklímájának lehető megismerése és ennek a szabadterülethez viszonyítása volt.

Az említett hajtatóház hosszategelyével ÉK—DNY irányú, 20 × 12,5 m alapterületű, nyeregtetős, 1 m mély és 30 cm széles beton alapon álló vasvázás épület. Legkisebb magassága a két szelvény érintkezési felületén 1 m, legnagyobb magassága a szelvények közepén 2,7 m. A hajtatóház talaja soroksári homokos dunai öntéstalaj, melegágyi föld-del keverve.

A hajtatóház fűtése a tetőszerkezethez szerelt, csövekben áramló melegvízzel történik. Kivétel az A szelvény kb. 20 m²-es területe, ahol a talajba süllyesztett (30 cm) fűtőcső közvetlenül a talajt melegíti.

A hajtatóházban saláta után, március 26-án 50×50 cm sor- és tőtávolságra paradicsomot palántáztak. A paradicsom szedése május 21-től július 18-ig tartott.

A műszeres megfigyelések időpontjait a munkaidőhöz igazítottuk, s így naponta háromszor: 8, 12 és 16 órakor történtek az észlelések a hajtatóházban belül négy helyen és összehasonlítás céljából egyidejűleg a szabadban. Egy-egy mérőhelyen 100 cm magasságban Assmann-féle pszichrométerrel léghőmérsékletet és légnedvességet, a talaj felszíne felett 5 cm magasságban hőmérsékleti minimumot, továbbá 2, 5, 10 és 20 cm mélységben talajhőmérsékletet mértünk (1. ábra).



1. ábra. A hajtatóház alaprajza a mérés pontjaival.
○ hőmérséklet és nedvesség-, □ talajhőmérséklet és talajmenti minimum-mérőhely. A=A szelvény, B=B szelvény, Sz = szabad terület.

paradicsom számára kívánatos a 18–29 fok közötti hőmérséklet. Ha a növényház fűtési és szellőztetési rendszere jó, továbbá a megfelelő alapozás a talajhőmérséklet erős lehűlését és ingását tompítja, akkor a hőveszteség jelentősen csökken, a kívánt hőmérséklet elérhető és könnyen tartható is.

I. TÁBLÁZAT

A hőmérséklet és a napfénytartam közepi, illetve összegei és eltérések az átlagtól* 1957. április-július-ban.

	Április		Május		Június		Július	
	C°	Δ	C°	Δ	C°	Δ	C°	Δ
Hőmérséklet								
Havi közép	12,2	+1,4	13,7	-2,9	21,7	+1,9	22,1	+0,3
Tíznapos közép: 1.	12,6	+3,5	9,5	-5,4	19,7	+0,4	27,6	+6,0
2.	8,7	-2,0	17,8	+1,4	23,8	+4,2	20,7	-1,2
3.	15,4	+2,8	13,9	-4,4	21,6	+1,2	18,4	-3,4
Napsütés órákban:								
Havi összeg	185	+7	147	-109	322	+54	258	-36
Tíznapos összeg: 1.	61	+9	40	-32	100	+7	120	+23
2.	54	-7	71	-13	115	+30	70	-26
3.	70	+5	36	-64	107	+17	68	-33

* Az eltéréseket a hőmérsékletnél a Kertészeti Főiskola 40 évi (1901–40), a napfénytartamnál a Meteorológiai Intézet 40 évi (1911–50) átlagaitól számítottuk.

A szóban forgó hajtatóház hőmérsékletének alakulását a 8 és 16 órai észlelésekből számított ötnapokénti közepek alapján vizsgáljuk. Az adatok azt mutatják, hogy a hajtatóház a fűtött időszakban (május 10-ig) reggel 4,0—8,0, délután 3,0—7,0, a fűtés nélküli időszakban (május 11-e után) reggel 1,2—4,0, délután 0,0—3,0 fokkal volt melegebb a szabad területnél. A 16 órai ötnapokénti hőmérsékleti közepek menete (2. ábra) azt mutatja, hogy június közepén és július elején a léghőmérséklet elérte, vagy meghaladta a 30 fokot. Június közepén reggel 28—29, délbén (12 óra) 30—33 fokot, július első harmadában reggel 30—33, délbén az A szelvényben 33—35, a B szelvényben 35—38 fokos léghőmérsékleteket észleltünk.

A fenti időszakokban a következő volt az időjárási helyzet:

1. a Kárpát-medencétől keletre elhelyezkedő anticiklon centrum (Ae);

2. a Kárpát-medencétől északra elhelyezkedő anticiklon centrum (An), és

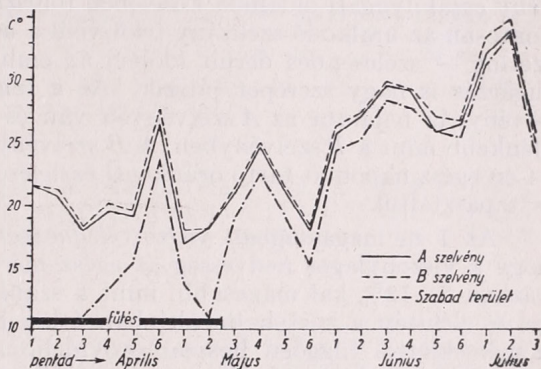
3. A Kárpát-medence fölötti anticiklon centrum (A). Ezekre az időjárási helyzetekre jellemző a gyenge légmozgás, az átlagosnál kisebb borultság és igen magas hőmérséklet [2].

Az elmondottakból az következik, hogy az említett káros viszonyok kialakulásának az anticiklonális időjárási helyzetek kedveznek. Miután a tapasztalat szerint áprilistól júliusig ez a jelenség elég gyakori, ezt a kérdést behatóban is megvizsgáljuk. Az említett három időjárási típus gyakorisága [2] szerint:

Típus / Hónap	április	május	június	július
Ae	12.0%	10.6%	4.3%	2.9%
An	8.3%	13.2%	8.3%	5.5%
A	7.0%	7.8%	12.3%	18.8%

A fenti gyakorisági táblázatban a lehetséges időjárási típusok közül a fő maximumot félkövér, a másod-maximumot kurzív számokkal jelöltük meg. A táblázatból látható, hogy ezek az időjárási helyzetek a kérdéses hónapokban elég gyakran fordulnak elő.

Hajtatóházakban, ahol a későtavaszi és koranyári hónapokban is folyik termesztés (paradicsom, uborka) méréseink alkalmával is tapasztalt igen magas hőmérsékletek (29—30 fok felett) és a még ennél is magasabb növényhőmérsékletek transpirációs zavarokat, szélső esetben esetleg a növényzet pusztulását is okozhatja. Ezt a helyzetet még bonyolultabbá teszi az a tény, hogy a rendkívül erős fölmelegedést létrehozó sugárzás csökkentése, tehát az árnyékolás, többnyire csak korlátozott módon jöhet számításba, mert az asszimiláció számára a megvilágításra szükség van. Az anticiklonális időjárási típusok gyakorisága is arra int, hogy késő tavasszal és kora nyáron a hajtatóházakban az erős fölmelegedés elhárítására megfelelő beavatkozásra van szükség.



2. ábra. 16 órai léghőmérséklet ötnapi közepeinek menete a hajtatóházban és a szabadban 1 m magasságban, C°.

A hajtatóházon belüli hőmérséklet alakulását vizsgálva azt találtuk, hogy a szobanforgó időszak átlagában a *B* szelvény 0,3–0,6 fokkal volt melegebb az *A* szelvéynél. A fűtött időszak derült napjain (10 derült nap átlaga) reggel 3,7, délután 0,7 fokkal ismét a *B* szelvény mutatkozott melegebbnek. A fűtés megszüntetésével ezek a különbségek néhány tized fokra csökkentek. Borult napokon a két szelvény között ugyancsak lényegtelen különbséget találtunk.

A két szelvény közötti hőmérsékleti különbség oka a hajtatóház környezetének hatásában keresendő. Ugyanis, mint az 1. ábra szemlélteti, a *B* szelvény északnyugati oldalfala közelében földszintes épület helyezkedik el, s így pontosan az uralkodó szélirány felől védi a növényházat. De megfigyeléseink szerint — szélesendes derült időben az említett ház falfelületétől visszavert sugárzás is nagy szerepet játszik. Az a tény sem hanyagolható el, hogy a növényház bejárata az *A* szelvényen van és ezért itt a levegő kicserélődése élénkebb mint a *B* szelvényben. A *B* szelvény melegebb voltát az 1957. június 14-én egész napon át tartó óránkénti észlelések alkalmával 14 és 17 óra között is tapasztaltuk.

Az 1 m magasságban végzett *légnedvesség* mérések során azt találtuk, hogy a viszonylagos nedvesség az egész mérési időszak átlagában a hajtatóházban 8–12%-kal magasabb, mint a szabadban. A fűtött időszakban reggel és délután a zárt hajtatóházban átlag 10%-kal, délben, amikor a külső hőmérséklettől függően hosszabb-rövidebb ideig szellőztettek, csak 1–2%-kal volt magasabb a légnedvesség a szabad területhez képest. A fűtés beszüntetése után, a huzamosabb ideig szellőztetett hajtatóházban reggel már csak 5–6, délben 6–7, délután pedig 4–5%-kal volt magasabb az átlagos viszonylagos légnedvesség a szabad területhez képest.

A tavasz utolsó és a nyár első két hónapjában a fokozott öntözés és a transpirációs felület rohamos növekedésének hatására a viszonylagos légnedvesség a teljesen nyitott hajtatóházban is magasabb, mint a szabadban. A belső, magasabb légnedvességet a nyár folyamán előidézte még a belső és külső hőmérséklet közötti különbség olymértékű csökkenése, amely a termikus kicserélődésre gyakorlatilag már nem ad lehetőséget.

A viszonylagos nedvesség ötnaponkénti közepeinek menete a várakozásnak megfelelően, tükörképe a hőmérsékleti görbének. A szabadban csak csapadékos időben volt magasabb a relatív nedvesség. Az üvegházban a légnedvesség akkor ért el különösen magas értéket, amikor a külső hűvös vagy szeles időjárás miatt egyáltalán nem, vagy csak rövid ideig szellőztettek.

Az egész mérési időszakban a hajtatóház négy pontján *talajmenti minimum* hőmérsékletet is mértünk. Ezek ötnapos közepeinek menete — hasonlóan a léghőmérsékletéhez — párhuzamos a szabadban mért minimum-hőmérséklettel.

Az abszolút minimumok a hajtatóházban áprilisban 9,4 (*A* sz), –10,5 (*B* sz) (szabadban –1,2), májusban 6,3–6,8 (szabadban 0,0), júniusban 10,0–11,0 (szabadban 6,0), júliusban, 20-ig 13,5–14,5 (szabadban 12,3) fok volt. A hajtatóházban és a szabadban mért talajmenti minimumok közötti különbség a mérési időszak elejétől a mérési időszak végéig fokozatosan csökkent. Áprilisban és májusban csak nappal nyitották ki a hajtatóház szellőztető nyílásait. Június elejétől a hajtatóház éjjel-nappal nyitva volt, sőt később az oldalablakok egy részét is leszerelték. Ennek következtében csökkent az üvegházon belül és a szabadban elhelyezett talajmenti minimum hőmérők adata közötti különbség is.

A talajhőmérséklet adatait vizsgálva azt találjuk, hogy az egyes szelvényekben belül a két-két felállítás között számottevő különbség nincs, ezért továbbiakban csak az *A* és *B* szelvény talajhőmérsékletéről beszélünk.

A vizsgált hajtatóház *B* szelvényében a talajhőmérséklet is magasabb, mint az *A* szelvényben. Ez elsősorban a fűtés nélküli időszakban volt számottevő, amennyiben a *B* szelvény 2 és 5 cm-es mélységben 1,3–1,4, 10 és 20 cm mélyen pedig 0,6–0,7 fokkal volt melegebb az *A* szelvény azonos mélységeinél. (II. táblázat).

II. TÁBLÁZAT

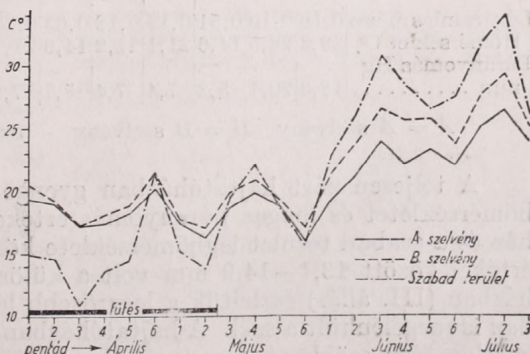
A talajhőmérséklet átlagértékei a hajtatóházban, fűtési és fűtés nélküli időszakban, C°.

Óra	2 cm			5 cm			10 cm			20 cm		
	8	12	16	8	12	16	8	12	16	8	12	16
Fűtési időszak (1957. IV. 1–V. 10)												
A szelvény	17,2	19,5	19,1	16,7	18,4	18,7	16,8	17,8	18,1	17,2	17,2	17,4
B szelvény	17,3	19,9	18,6	17,1	19,5	19,4	16,8	18,2	18,7	17,2	17,4	17,8
Szabad terület	11,8	16,9	16,7	10,3	15,2	16,3	9,9	12,6	14,8	10,9	11,2	12,2
Fűtés nélküli időszak (1957. V. 11–VII. 20.)												
A szelvény	19,4	22,9	23,1	19,1	21,1	22,1	19,3	20,3	21,3	19,8	19,9	20,3
B szelvény	20,8	24,7	24,5	20,4	24,4	24,3	20,0	22,6	23,3	20,4	20,9	21,6
Szabad terület	22,1	29,4	28,7	20,1	26,0	27,1	19,3	22,6	24,7	19,9	20,3	21,3

A két szelvény között a legnagyobb talajhőmérséklet különbséget a 12 órai észlelések adataiban találjuk. 2 és 5 cm mélységben átlagosan 1,8–3,3, 10 és 20 cm mélységben 2,3, illetve 1,0 fokkal volt melegebb a *B* szelvény. A 16 órákor végzett megfigyelések adatai között a különbség lényegesen csökkent. Derült napokon a két szelvény közötti talajhőmérséklet lényegesen különbözött, míg borult napokon mind a fűtött, mind a fűtés nélküli időszakban a különbség lényegtelen, néhány tized fokot tett ki.

Az eddig átlagértékekkel bemutatott hajtatóházban belüli talajhőmérséklet különbségeket, az egyes mérési szintek ötnapos közepeinek menete is szemlélteti. Példaképpen, mint jellemzőt, a 16 órai észlelés ötnapos közepeinek menetét mutatjuk be a 10 cm-es mérési szintből (3. ábra). Jól látható, hogy a mérési időszak elején a szabadban alacsonyabb, később azonban jóval magasabb a talajhőmérséklet ötnapos közepe, mint a hajtatóházban.

Megemlítjük még, hogy április 11–12-én elromlott a hajtatóház fűtése, s ennek következtében a talajhőmérséklet a következő napokban mind a négy mérési szintben 3–4 fokkal csökkent. Fokozta a hajtatóház talaj hőmérsékletének csökkenését még az is, hogy éppen ezeken a napokon érte el a szabadban is a talaj-



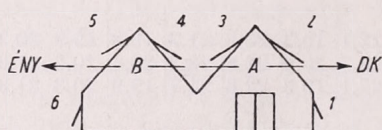
3. ábra. 16 órai talajhőmérséklet ötnapi közepeinek menete a 10 cm-es mélységben, C°

hőmérséklet a mérési időszak legalacsonyabb értékét. A fűtés újbóli megindulásakor a hajtatóház talaja csak fokozatosan melegedett föl és kb. 1 hét múlva érte el előző szintjét.

A növényházban termesztett növények számára szükséges talajhőmérséklet biztosítása céljából, véleményünk szerint, a légfűtés önmagában nem gazdaságos. A téli időszakban, amikor az üvegen keresztüli hőveszteség tetemes, a szükséges talajhőmérsékletet csak a levegő túlfűtésével lehet elérni. Ezért célszerű a fűtőcsövek nagyobb hányadát a talajban elhelyezni.

Dolgozatunkban már említettük a növényház szellőztetésének rendkívüli fontosságát. E kérdés tanulmányozása céljából a vizsgált hajtatóházban egy alkalommal, 1957. április 17-én, változó szellőzőállások mellett légáramlásméréseket végeztünk. A szellőzőállásokat 15 percenként változtattuk és szelvényenként 7—7 mérési ponton Albrecht-féle hődrótos szélmérővel, a szabadban pedig kézi kanalas szélmérővel mértünk légáramlást. Az egyes mérőállásokon mind a hajtatóházban, mind a szabadban léghőmérsékletet és légnedvességet is mértünk Assmann-féle pszichrométerrel.

A hajtatóház szellőzőablakainak elhelyezését a 4. ábrán mutatjuk be.



4. ábra. A hajtatóház keresztmetszete a szellőzőnyílásokkal

A szellőzők állását ötféleképpen variáltuk: I. valamennyi zárva, II. a 2., 3., 4. és 5. nyitva, III. valamennyi nyitva, IV. az 1., 2. és 5. nyitva, végül V. az 1. és 6. nyitva.

A légáramlás, a léghőmérséklet és a párányomásnak a növényházban és a szabadban a különböző szellőzőállásoknál mért értékeit a III. táblázatunk közli. A légnedvességet

a párányomással fejeztük ki, mert ennek értékei közel azonosak az abszolút nedvességével (gr/m^3).

III. TÁBLÁZAT

A légáramlás, léghőmérséklet és légnedvességnek a hajtatóház változó szellőzőállásainál mért értékei (1957. április 17).

Szellőzőállás..	I.			II.			III.			IV.			V.		
	A	B	Sz	A	B	Sz	A	B	Sz	A	B	Sz	A	B	Sz
Légáramlás m/sec	0,16	0,10	0,51	0,17	0,18	0,63	0,25	0,22	1,10	0,15	0,14	0,75	0,17	0,14	0,48
Hőmérséklet $^{\circ}\text{C}$	28,3	28,5	14,6	21,1	21,2	14,9	21,1	20,6	15,3	21,5	23,8	16,1	21,6	21,9	18,1
Párányomás Hg mm	18,3	20,1	5,2	7,4	7,4	5,7	7,8	7,4	5,8	8,2	9,7	5,4	9,5	9,6	5,3

A = A szelvény B = B szelvény Sz = szabad terület

A teljesen zárt hajtatóházban gyenge légmozgást, aránylag magas léghőmérsékletet és magas párányomás értékeket észleltünk. Ekkor a hajtatóház és a szabad terület léghőmérséklete között 13,7—13,9 fok, a párányomás értékei között 13,1—14,9 mm volt a különbség. A teljesen nyitott hajtatóházban (III. állás) észleltük a legerősebb légmozgást. Ugyanekkor a szabadban is megélnékült a szél. A hajtatóházban a léghőmérséklet és a párányomás is jelentősen csökkent, amennyiben a léghőmérséklet 7,2—7,9 fokkal, a párányomás 10,5—12,7 Hg mm-rel alacsonyabb volt, mint a teljesen zárt hajtatóházban. A közölt többi szellőzőállásnál a szellőzés határfoka a szél irányától és erősségétől függően változik.

Végeredményként megállapíthatjuk, hogy a hajtatóház levegője az egész mérési időszakban melegebb és páradúsabb a szabad területnél. A koratavaszi hónapokban a hajtatóház és a szabad terület közötti léghőmérséklet különbség a kellő szellőzést biztosítja. A nyáreleji hónapokban elég gyakran fellépő anticiklonális, derült, szélesendes és igen meleg időszakokban a túlságos fölmelegedés és az elégtelen légcseré káros hatású. A hajtatóházon belül (*A* és *B* szelvény) az észlelt elemek között talált különbségek okát a környezet hatásában látjuk. Ez a megfigyelésünk és fölhívja a figyelmet a növényházak helyének jó kiválasztására, égtáj-irányítására, a szél és sugárzási viszonyok pontos ismeretére. Véleményünk szerint a különböző típusú növényházak mikroklíma vizsgálata igen fontos, a sugárzási és a szellőzési viszonyok tanulmányozása pedig elsőrendű fontosságú.

IRODALOM

- (1) Weather and the Land. Bulletin No. 165 of the Ministry of Agriculture Fisheries a. Food. 16. oldal. London, 1955.
- (2) *Péczy György*: Adalékok Magyarország makroszinoptikus helyzeteinek hőmérsékleti viszonyaihoz. Időjárás 60. évf. 71. oldal. Budapest, 1956.
- (3) *Seemann, J.*: Klima und Klimasteuerung im Gewächshaus. Bayerischer Landwirtschaftsverlag. München, 1957.

Rákóczi Ferenc:

Kísérlet az éjszakai lehülés előrejelzésére H. Reuter módszerével

Az utóbbi években számos kísérlet történt a hőmérsékleti szélső-értékek előrejelzésére. Az előrejelzési módszerek részben elméletiek, részben félempirikus, ill. empirikus jellegűek. A módszerek metodikai többszörösége arra hívja fel a figyelmet, hogy szinte lehetetlen a hőmérsékleti szélső-értékeket kialakító tényezők összességét figyelembe venni. Szükségszerű bizonyos tényezők elhanyagolása, mások kiemelése. Kétségtelen, hogy szélességünkön a hőmérsékletváltozások erős advektív hatást mutatnak, nem célszerűtlen azonban megkísérlni a hőmérsékleti minimumok előrejelzését a hő- és sugárzás-mérleg alapján. *H. Reuter* ismertetendő módszere is ilyen jellegű.

Reuter a felszín mérlegegyenletéből indul ki. Ha feltételezzük, hogy nincs függőleges hőszállítás, akkor az éjszakai lehülési folyamatot az alábbi formában írhatjuk fel:

$$E - V + \lambda \frac{\partial T_1}{\partial z} - c_p A \frac{\partial \theta}{\partial t} = 0,$$

$$E = \varepsilon (\sigma T_0^4 - G), \quad (1)$$

ahol T_0 a talajfelszín hőmérsékletét, T_1 a talajhőmérsékletét, θ a levegő potenciális hőmérsékletét, λ a talaj hővezető-képességét, A a levegő kicserélődési együtthatóját, c_p a levegő állandó nyomáson vett fajhőjét, G a légköri visszasugárzást, V a párolgásra felhasznált, ill. kicsapódás által nyert hőt, σ a Boltzmann-féle állandót, ε a hosszúhullámú sugárzásra vonatkozó abszorpciós együtthatót, z a magasság- és t az idő koordinátát jelenti. Az (1) mérlegegyenlet mellett érvényes még a hővezetési egyenlet is:

$$\frac{\partial T_1}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c} \frac{\partial^2 T_1}{\partial z^2},$$

$$\frac{\partial T_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[\frac{A}{\rho_L} \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right) \right]. \quad (2)$$

(2) első egyenlete a talajra ($z < 0$), második egyenlete a levegőre ($z > 0$) vonatkozik. Itt T_2 a levegő hőmérsékletét, ρ a talaj-, ρ_L a levegő sűrűségét, c pedig a talaj fajhőjét jelenti.

Az egyenletrendszer általános megoldása nehézségekbe ütközik, mivel E , V és A

z és t független változók szerinti függvényét nem ismerjük kielégítően. Számos mérés azt mutatja, hogy a hosszúhullámú sugárzás egyensúly (E) az éjszaka folyamán nem mutat nagy változékonyságot, így ezt állandónak foghatjuk fel. A -ra hasonló feltételezés azonban nem lenne szerencsés, mivel A értéke nemcsak a magassággal változik, hanem időben is változó. A pillanatnyi értéke helyett célszerű a *Drimmel* által bevezetett „tényleges” — állandónak felfogott — kicserélődési együtthatót bevezetni [4]. V a kritikus harmatpont körüli értéktől eltekintve szintén állandónak vehető. Az E -re, A -ra és V -re vonatkozó egyszerűsítő feltételek után $t=0$ -ra az alábbi kezdeti feltételeket írhatjuk fel:

$$\begin{aligned} T_1 &= T_a - \beta(-z), \\ U_2 &= T_a - \gamma z, \end{aligned} \quad (3)$$

ahol T_a a kezdeti hőmérsékletet, β a talajhőmérséklet-, γ a levegőhőmérséklet gradiensét jelenti. Ha a szárazadiabatikum hőmérsékleti gradiensét γ_r -vel jelöljük, akkor a t -szerint talajra megoldott lehülési érték:

$$\begin{aligned} \Delta T_0 &= T_a - T_0 = \\ &= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{\lambda \beta + c_p A(\gamma - \gamma_r) + E - V}{\sqrt{\lambda \rho c + c_p \sqrt{A \rho L}}} \sqrt{t} \end{aligned} \quad (4)$$

$t=0$ a napnyugta időpontját, t az éjszaka hosszát jelenti.

Hanyagoljuk el (4)-ben a párolgásból, ill. kicsapódásból adódó V tagot és az effektív kisugárzással szemben a számlálóban fellelő $\lambda \beta + c_p A(\gamma - \gamma_r)$ kifejezést, ezenkívül a bizonytalanul meghatározható A helyébe vezessük be a jobban mérhető v vízszintes szélességet. Ezzel (4) az alábbi alakba megy át:

$$\Delta T_0 = f(v) E \sqrt{t}. \quad (5)$$

Reuter 37 időjárás helyzet alapján $f(v)$ -re tapasztalati úton az alábbi összefüggést találta [1]:

$$v = 45,55 - 31,89 f(v). \quad (6)$$

Más adatok alapján hasonló összefüggésre jutott *Dirmhira* is [1]. (6)-ban v -t km/óra értékben helyettesítjük be. E -t *H. M. Bolz* és *H. Frütz* módszerével számolhatjuk ki [5]. A módszer $f(v)$ bevezetésével helyi jellegűvé válik $f(v)$ tapasztalati meghatározása miatt. Az elhanyagolások következtében intenzív párolgás vagy hatékony kicsapódás esetén a módszer nem nyújt kielégítő eredményt, és nem veszi figyelembe az advekciónál eredő lehüléseket sem.

Az ismertetett módszer alapján megkíséreltük 1957 évre Martonvásár-Erdőhátpusztára vonatkozóan a lehülési értékek

előrejelzését. A teljesség kedvéért olyan esetekre is elvégeztük az előrejelzést, amikor hatékony kicsapódás lépett fel, sőt az erős advekciónál eseteket sem rekesztettük ki. Így a beválási valószínűség csökkent, de Reuter tanulmánya [1] módot nyújt az így bekövetkezett beválási valószínűség romlásának megvizsgálására is. A kiszámított és tényleges eltéréseinek abszolút értékét ΔT_0^* -gal jelölve Erdőhátpusztára vonatkozóan az alábbi beválási valószínűségeket találtuk:

$\Delta T_0^* \text{ } ^\circ\text{C}$	Esetek száma	Beválási %
$\leq 0,5$	60	23
$\leq 1,0$	117	33
$\leq 1,5$	158	44
$\leq 2,0$	208	58
$\leq 2,5$	235	66
$\leq 3,0$	264	74
$\leq 3,5$	295	83
$\leq 4,0$	316	89
$\leq 4,5$	327	92
$\leq 5,0$	339	95
$\leq 6,0$	348	97
$\leq 7,0$	352	99
$\leq 10,0$	357	100

Még ilyen általános vizsgálat is azt mutatja, hogy a Reuter módszerével előrejelzett lehülési érték jó meggyezést mutat a ténylegesen bekövetkezett lehüléssel. ΔT_0^* évi középértéke Erdőhátpusztára vonatkozóan $2,1^\circ\text{C}$, míg Reuternél — szigorú érvényesség figyelembevétele mellett — $0,9^\circ\text{C}$ [1]. Ha csak a Reuter által számításba vett esetekre szorítkozunk, 3°C pontosság kikötése mellett a lehülési értéket 100%-os beválási valószínűséggel prognosztizálhatjuk, de 2°C pontossággal küszöb esetén is magas, 89%-os beválási valószínűséget érhetünk el. Erdőhátpusztára vonatkozó általános vizsgálatunk során a 4°C -nál nagyobb eltéréseknek csak 8 esetben nem tudtuk megadni fizikai magyarázatát. A többi esetben a pontatlanabb meggyezés advekciónál okokra, vagy éjszakai ködképződésre vezethető vissza.

IRODALOM

- [1] Reuter, H.: Zur Praxis der Prognose der nächtlichen Abkühlung. Z. f. Met. 1958. 4–6.
- [2] Reuter, H.: Methoden und Probleme der Wettervorhersage. Wien, 1954.
- [3] Reuter, H.: Forecasting Minimum Temperatures Tellus, III. 3.
- [4] Drimmel, J.: Zur Physik der Taubildung an der Erdoberfläche. Arch. Met. Geoph. u. Biokl. A. IX
- [5] Bolz, H. M. u. Frütz, H.: Tabellen und Diagramme zur Berechnung der Gegenstrahlung und Ausstrahlung. Z. f. Met. 1950. 10.
- [6] Tyihomov, A. N. — Szamarszkij, A. A.: A matematikai fizika differenciál egyenletei. Bp., 1956.

A rizs barnulásos betegségének (bruzone) problémája és az időjárás

Összefoglalás: A bruzone gyűjtőnévvel összefoglalt rizsbetegség többféle eredetű élettani károsodásra vezethető vissza. Az 1955. évi hazai katasztrófális bruzone-kár egymástól távol eső területeken is kb. egyidőben lépett fel, ami azt bizonyítja, hogy az időjárásnak közvetlenül vagy közvetetten nagy szerepe van. A közvetlen károsítást a nyári hirtelen lehülés vagy a köd okozza. A közvetett károsodás a szerző szinoptikus meteorológiai elemzése szerint az időjárás depressziós helyzeteihez kapcsolódik. Ilyenkor a talaj élete anaerob irányban tolódhat el, ami mérgező H_2S gázt tesz szabaddá, másrészt pedig ilyen időjárási helyzetben a gomba-élősködő vitalitása és virulenciája is fokozódhat.

*

Проблема запала риса (пирикуляриоз риса) и погода. Болезнь риса, известная под названием пирикуляриоз, основывается на физиологических повреждениях различного происхождения. В Венгрии катастрофальные потери, причиненные пирикуляриозом в 1955 г., появились на удаленных друг от друга территориях приблизительно одновременно, из чего следует, что погода играет посредственно или непосредственно большую роль. Непосредственное повреждение вызывается внезапным летним охлаждением или туманом. Посредственные повреждения — согласно синоптическо-метеоробиологическому анализу автора — связаны с депрессионными положениями погоды. При таких положениях жизнь почвы передвигается к анаэробному направлению выделяет отравляющий газ H_2S , а с другой стороны при этих положениях жизнеспособность и вирулентность грибного паразита тоже усиливаются.

*

A rizstermesztés egész történetében megtalálható a rizs egy igen súlyos betegségének, az ún. barnulásos- vagy bruzone-betegségének a problémája. Hazai rizstermesztésünk fokozódó fejlődésével e betegség nálunk is különös figyelmet érdemel, hiszen egyes esztendőknél igen súlyos károkat okoz. Kállay [6] szerint az 1955-ben fellépő bruzone — amely eddig a legsúlyosabb volt hazánkban — kereken egy milliárd forint értékű kárt okozott, azaz az évi egész nemzeti jövedelemnek kb. két százalékát!

A bruzonéra vonatkozó kutatások összefoglalásában Chiapelli [2] négyféle „klasszikus” elméletet különböztet meg, és pedig a meteorológiai, a kémiai, a gyökerek fulladására és az élősködők kártételére vonatkozó elméletet.

A meteorológiai elmélet szerint a rizs életének bizonyos időszakában bekövetkező minden jelentősebb hőmérsékletsüllyedés előidézhetheti a bruzonét. Ennek egyik képviselője maga Chiapelli, aki lehűtési kísérleteivel kapcsolatban arról számolt be, hogy az edényekbe ültetett és alacsony hőmérsékleten tartott rizstöveken néhány nap múlva a bruzone jelei mutatkoztak. Megjegyeztek azonban, hogy az alacsony hőmérséklet ilyen károsító befolyása csak az olyan alanyokon tételezhető fel, amelyek más okokból is hajlamosak erre a betegségre.

A kémiai elmélet azon megfigyelések alapján áll, amelyek szerint a bruzone a trágyázott vagy túltrágyázott, nitrogénben gazdag talajokon okoz igen nagy pusztításokat. Bevilacqua már 1776-ban említi, hogy a betegség elsősorban az erőteljesen fejlődő, élénkzöld színű rizstöveket károsítja. Chiapelli vizsgálatai szerint a bruzonét a káliumhiány, illetve a káliumnak a nitrogénhez való kedvezőtlen aránya is előidézhetheti. Kísérletei szerint a K-műtrágyázás időben végezve bizonyos mértékben véd a bruzone ellen.

A gyökerek fulladására vonatkozó elmélet szerint a bruzone alapja a vízzel elárasztott talaj oxigénhiánya, amely miatt nemcsak a rizs gyökerei „fulladnak meg”, hanem a talajban a gyökérzetre nézve nagyon káros anaerob erjedési folyamatok is megindulnak.

Az *élsőködök károsító szerepére vonatkozó elmélet* elsősorban a *Piricularia oryzae* nevű élsőködő gomba járványszerű felszaporodásában látja a betegség okát. Ezt a felfogást először *Sandri* 1830-ban közölte, amelyet élénk vita követett, s amely még ma is tart.

A bruzone-probléma feltárásában több kiváló magyar szakember is igen jelentős eredményeket ért el. A meteorológiai elmélet keretében dolgoztak *Kállay*, *Prettenhoffer*, *Szirmai*, *Somorjay*, *Kertész* és *Wagner*, akik a lehülések szerepét hangoztatják. A hazai észlelések szerint is különösen az augusztusi hűvös időjárás, illetve a nappali erős felmelegedésre következő erős éjszakai lehülés a legveszedelmesebb. Körültekintés és műszeres pontosság szempontjából eddig egyedülállók azok a vizsgálatok, amelyeket *Wagner* [17] vezetésével a szegedi Tudományegyetem Éghajlattani Intézete Kopáncson végzett. Ennek eredményeként a lehülés kiváltotta megbetegedés alapjait mikroklimatikus folyamatok ban, az ársztóvíz és a talaj gyors és tartós lehülésében kell keresni. *Sik* [12] szerint az anaerob körülmények a talajéletben redukációs folyamatokra vezetnek, amelyek során szulfidok, valamint kétvegyértékű vas-, illetve mangánvegyületek keletkeznek, mely utóbbiak oxigén hatására a rizs táplálkozását gátló oldhatatlan csapadékokat képeznek. *Vámos* [15] [16] a betegség okát a talaj anaerob viszonyai között képződő kénhidrogén mérgező hatásában látja. A Tiszántúli méisztelen szulfátos szikeseiben a szulfátokat a szulfátredukáló baktériumok redukálják, s a keletkező szulfidból mérgező kénhidrogén keletkezik. *Frank* [4] szerint a légköri viszonyok kedvezőtlenége csak elősegíti a betegséget, s az élsőködők szerepe is csak másodlagos lehet. Szerinte a bruzonét többféle körülmény találkozása váltja ki. *Szepes* [13] a betegség kifejlődését szövettanilag vizsgálta, amely a korai felismerés szempontjából jelentős. *Podhradszky* szerint a bruzone megjelenéséhez szükséges a gomba jelenlétén kívül a rizs fogékonysága és a betegségnek kedvező időjárás. *Pálffy* vizsgálatai szerint a beteg növény hamujában és könnyezési nedvében túlságosan sok a nátrium; viszont a normálisnál kisebb a kálium, a kalcium és a magnézium felvétele. *Szepessy* [14] a betegség okának kutatásában éles különbségeket állapított meg a gombakártétel és a nitrogénbőségből eredő károsodás külső jelei között.

Az ún. „bruzone” okáról a különböző elméletek között kialakult vita napjainkban oda vezetett, hogy a *kérdés nagyon összetett, amelyet nem lehet egyetlen magyarzó elmélet körébe beszorítani*. Minden elmélet talál a maga igazát elátamasztó tényeket. Arra a tényre vonatkozólag, hogy a bruzone oka egyik elmélettel sem magyarázható meg kielégítően, csakis az lehet a véleményünk [7], hogy a „bruzone elnevezéssel összefoglalt különféle élet-tani károsodások többféle közvetlen okra vezethetők vissza. Az elnevezés tehát gyűjtőnév, amellyel több hasonló megjelenésű betegséget jelölünk.”

A rövidebb vagy hosszabb idő alatt bekövetkező barnulás többféle eredetű lehet, de minden esetben a legközvetlenebb ok a klorofill-pigment elbomlása. Ismeretes, hogy a savas sejtnedvnek a vakuólumból való kijutása következtében a klorofillmolekula ún. porfirin-váza elvesztí magnézium-atomját, s barna színű ún. feofitin képződik. A barnulás tehát a plazma szerkezetének irreverzibilis pusztulásos folyamatát tükrözi, mely utóbbi viszont bekövetkezhet az erős lehülés okozta vízháztartás felborulása, a gyökér „fulladásos” pusztulása, illetve az élsőködő gomba megjelenése következtében egyaránt.

Ez alkalommal arra szeretnék rámutatni, hogy a külső tényezők között a rizs barnulásos betegségeinek fellépésében az időjárásnak, illetve a légköri állapotoknak igen jelentős szerepük van. Az atmoszférikus állapotok szerepe lehet közvetlen és közvetett. A *közvetlen* kártétel a nyári *hirtelen lehülésben* és a *ködös időjárásban* nyilvánul meg. A lehült talajban a gyökér nem tud kellőképpen működni, mert a víz- és sófelvételhez, mint aktív energiakifejtést igénylő élettani folyamathoz, megfelelő hőmérséklet szükséges. A párologtatás azonban tovább folytatódik, s a növény vízháztartása felborul, amely végül is a plazmában elhalásos folyamatokhoz vezet. Az ún. *ködkár* a bugaszintben jelentkezik, s ezt el kell különíteni a barnulásos megbetegedésektől.

Az időjárás *közvetett* kérétele véleményünk szerint abban nyilvánul, hogy a légkör bizonyos szinoptikus helyzetei, ciklonális-depressziós állapotai, hozzá-

járulnak a talajélet anaerob irányban való eltolodásához, s a gombakartevó vitalitását és virulenciáját is jelentősen fokozhatják. Mindkét biotikus károsító ágens (anaerob talajbaktériumok, *Piricularia* gomba) főként az időjárás irányítása alatt áll, ezért mind a gyökerek fulladására vonatkozó elméletnek, mind pedig a *Piricularia* gomba kártételét hangoztató felfogásnak igen lényeges meteorológiai vonatkozásai vannak. A következőkben erre vonatkozólag mutatunk be adatokat az 1955-ik esztendőből, amelyben a bruzone-kár hazánkban minden eddigit többszörösen is felülmúlt.

Az 1955. esztendőben idevontató vizsgálatainkat nagy területen végezhetjük, mivel a bruzone fellépési idejére, terjeszkedésére és megnyilatkozási formáira vonatkozó részletes adatokat nemesak a kopáncsi Rizsnemesítő Teleptől, hanem a Nagykovácsi Állami Gazdaságtól (Ecségfalva) is megkaptuk.

Ezekből az adatokból két körülményt kell mindenekelőtt kihangúlyoznunk

1. Mindkét rizstermesztő vidéken a bruzone-károsodás kb. azonos időpontban „robbant” ki, amely az időjárásnak — mint a „legtágabb” és legáltalánosabban ható környezeti tényezőnek — irányító szerepére mutat.

2. A jelentős lehűlések nem jelentkeztek a barnulásos betegség kitörése előtt. Ezt a körülményt jól szemléltetik a kopáncsi Rizsnemesítő Telepen végzett meteorológiai mérések. A betegség első fellépése itt augusztus 3-án volt megfigyelhető. A hőmérséklet és a csapadék, valamint az időjárás általános jellegét a fellépés előtti és utáni 2—2 hetes időtartamban táblázatunk mutatja be.

Nap	Hőmérséklet C°			Csapadék mm	Az időjárás általános jellege
	Min.	Max.	Közép		
Júl. 20.	18	32	25	7	Változó, párás, csendes
21.	17	23	20	11	Változó, párás, csendes
22.	18	30	24	—	Változó, párás, csendes
23.	16	28	22	30	Borult, csendes
24.	15	28	21,5	—	Borult, csendes
25.	14	26	20	—	Borus, csendes
26.	13	25	19	5	Borult, csendes
27.	14	26	20	—	Borus, csendes
28.	16	26	21	—	Borult, csendes
29.	14	25	19,5	—	Borult, csendes
30.	14	26	20	—	Változó, csendes
31.	13	25	19	23,5	Változó, csendes
Aug. 1.	16	29	22,5	1,7	Változó, csendes
2.	14	27	20,5	1,5	Reggel erős köd
3.	16	28	22	—	Borult, csendes
4.	14	28	21	—	Változó, gyenge W-szél
5.	12	24	18	0,7	Borult, gyenge W-szél
6.	11	25	18	—	Borult
7.	12	25	18,5	0,7	Köd, változó időjárás
8.	10	29	19,5	11	Változó időjárás
9.	11	13	12	7q5,5	Borult, esős, W-szél
10.	11	22	16,5	2,2	Borult, esős, W-szél
11.	12	24	18	2,2	Változó, csendes idő
12.	12	25	18,5	—	Változó, csendes idő
13.	14	26	20	—	Reggel erős köd
14.	14	28	21	—	Derült meleg idő
15.	15	21	18	—	Borult, szélescsendes, párás
16.	16	22	19	28	Borult, szélescsendes, párás
17.	14	21	17,5	—	Derült, napos idő

A Kopáncson végzett mérésekből látható, hogy aug. 3-a előtt, vagyis a barnulásos betegség fellépése előtti napokon a hőmérséklet általában magasabb volt, mint aug. 3-a után. Aug. 3-a előtt a lehűlés egyetlen esetben sem érte el a hazai irodalomban elterjedten megjelölt 10–12 C⁰-os értéket. Az egész kéthetes időszakban 13 C⁰ is csak egy napon volt, júl. 31-én. Ezzel szemben aug. 3-a után a 10–12 C⁰-os lehűlések az 50%-os gyakoriságot is meghaladták; a 14 napból 8 nap minimum-értéke 10–12 C⁰ között mozog! Ez a különbség még inkább kitűnik akkor, ha a napi középhőmérsékletek összegét tekintjük. A betegség kitörése előtti 14 nap középhőmérsékletének összege 294, az aug. 3-a utáni 14 napé pedig csak 255,5, tehát lényegesen kevesebb.

Az előadottak joggal arra engednek következtetni, hogy a barnulásos betegségek fellépésénél nem mindig az erős lehűlés a megbetegedés fő környezeti tényezője. Az 1955-ik év bruzonéja esetében még az sem állítható, hogy a néhány héttel előbbi lehűlések lennének a károsító szerepűek. A kopáncsi mérések szerint csak június első napjaiban fordultak elő 10 C⁰ alatti minimumok, egyébként többnyire 12–16 C⁰ között ingadozott a minimum. A minimum-maximum átlagainak havi összege júniusban 585, júliusban 638,5, augusztusban pedig 608,5. A július tehát melegebb volt mint az augusztus, illetve a június sem volt hűvös. A betegség fellépése előtti 30 nap előbbi átlagainak összege 616, a fellépés utáni 30 napé pedig csak 583,5, vagyis lényegesen alacsonyabb. A betegség előtti 30 nap alatt 10–12 C⁰-os lehűlés is mindössze csak 4 esetben jelentkezett, szemben a fellépés utáni 8 ugyanilyen lehűléses esettel. Persze ezek az adatok a levegő hőmérsékletére vonatkoznak. A lehűlések szerepének pontosabb megfogalmazása a Wagner-féle mikroklímamérésektől várható.

A lehűlések és a köd időjárási kártétele mellett a szinoptikus meteorológia oldaláról mind a gyökerek „fulladására” vonatkozó elmélet, mind pedig az élelőkódok szerepét hangoztató felfogás egyaránt értelmezhetőnek látszik.

A talajélet anaerob irányba való eltolódásáról szóló ún. „fulladásos” elméletet, s ennek különösen Vámos által megfogalmazott formáját, lényegében elfogadhatjuk. A nyitott kérdés csak az, hogy az anaerob golyamatok miért lépnek fel nagy távolságokban is kb. egyidőben? Így 1955-ben Kopáncson aug. 3-án, Ecsegfalván pedig aug. 2-án lehetett a betegség első jeleit észlelni. Mi az a környezeti tényező, amely a talaj cellulózerjesztő szervezeteit és a szulfátokat redukáló *Desulfovibrio* baktériumokat hirtelen felfokozódo működésre serkenti? Ha a talaj életének anaerob irányba való eltolódását csupán a talajban levő tényezők (a talaj minősége, fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai, műveltségi állapot), valamint a rizs vetésének és leárasztásának körülményei szabnák meg, akkor a bruzone fellépésének ideje vidékenként, sőt talajonként és gazdaságonként nagyon is eltérő lehetne, hiszen az említett adottságok nagyon különbözők lehetnek.

A barnulásos betegségek nagy területen egyidőben való fellépésének magyarázására föl kell tételeznünk, hogy az időjárás ciklonális-depressziós helyzetei, illetve frontokkal sűrűn megzavart ciklusai hordozzák magukban azokat a légköri ágenseket, amelyek a mikroorganizmusok vitalitását felfokozzák, s a redukációs folyamatok láncolatát előtérbe helyezik. A gyökereket károsító kénhidrogént 1955-ben is lehetett a fellépés idejében észlelni. Hajdu László [15] a Nagykunsági Állami Gazdaság igazgatója szíves volt részünkre elküldeni a több ezerholdas gazdaságban folyó ily irányú pontos megfigyeléseket. Eszerint aug. 2-án, a betegség észlelésének első napján, a roztábla „... vize poshadt rothadt szagú”. Ugyanezen a napon kevés fehér, egészséges gyökér volt

megfigyelhető. Több ízben beszámoltunk már [8][9] arról a közismert jelenségről, hogy a mocsarak víztükreinek vagy a kisebb állóvizeknek a felülete időnként feltűnően hólyagos. Az alatról gázbuborékok szállnak fel, amelyek a vékony felületi hártat buborékossá fújják. E jelenség a cellulózt metánosan és hidrogénesen erjesztő baktériumok fokozott tevékenységére vezethető vissza, s általában időváltozás előtt, illetve depressziós időjárás helyzetét következik be. E tevékenységet aligha csupán csak a praefrontális fölmelegedés serkenti, mivel megindulása a depressziós időjárás alacsonyabb hőmérsékletű szakaszaiban is észlelhető. A légnyomás csökkenése sem lehet ok, hiszen ez többnyire kevésbé jelentős mértékű, s a gázképződés az időváltozás előtt már akkor is jelentkezhet, amikor a légnyomás csökkenése még meg sem indult. A szulfátredukáló baktériumok alighanem ilyen módon jutnak ahhoz a hidrogénhez, amellyel a szulfátok redukcioját elvégzik.

1955 nyarán a betegség kitörését közvetlenül megelőző napokban frontokkal erősen megzavart légköri helyzetek uralkodtak. *Ozorai* elemzése szerint pl. Szegeden július 31-én 4 h-kor egy okkluziós front haladt át. Délután instabilitási zápor, zivatar kíséretében. Aug. 1-re a keleteurópai anticiklon feloszlik, s a szárazföld belsejébe tengeri (mPK és mAM) levegő áramlik. Szegeden 20 órakor egy mérsékelt zivatarfront haladt át eső nélkül. Másnap 16 órakor ismét zivatar, zápor kíséretében. A következő három napon egy-egy betörési front haladt át, de csak a 4-én átvonuló adott némi csapadékot. Aug. első három napján a hőmérséklet nem alacsony, hanem közepes nyári hőmérséklet uralkodik. A minimum értékei 16–17, a maximumé pedig 25–26° fölött mozognak. Jelentősebb lehűlés 4-től kezdődik, amely 7–8-a után jelentősen fokozódik.

Aug. 9-re a bruzone hirtelen tovább erősödött. Ez egy újabb ciklonális időszak nyomában következett be. Aug. 6-án Skandinávia felett egy viharciklon nyúlt ki, amely 7–8-án dél felé haladt, s 8-án a hidegfront — stacionáriussá válva — Magyarország északi területeire is betört. A Dunántúlon hűvös tengeri (mPK), Szeged környékén pedig tengeri szubtrópusi (mTM) levegő került uralomra. Itt 16 órakor egy fejlett betörés jelentkezett száraz zivatar kíséretében. Aug. 9-én a ciklon Németország felett tovább töltődött, Észak-Olaszország feletti szakasza pedig reggelre Erdély fölé került, majd — mint *Ozorai* [10] megállapította — Magyarország felett különleges pályát írt le. Egy hajnali betörés után 10 órakor felsiklás indult meg, amelynek frontja éjjelig vonulhatott át Szeged felett.

Kitűnik ebből az elemzésből, hogy *mindkét lényeges bruzone-dátum depressziós, illetve praefrontális időjárás helyzetekre esett*. A légnyomási görbén a mélypontok is éppen aug. 3-ra és 9-re alakultak ki. A depressziós időszakok több napon át fejlődtek, s így napokon keresztül képződhetett az a kénhidrogénmennyiség is, amely a 3-án és 9-én láthatóan megnyilvánuló bruzonekárok kialakításában részt vett. A barnulásos betegség észlelhető tünetei többnyire praefrontális időszakok után jelentkeznek. Ez avval magyarázható, hogy a depressziós időszakban képződő erjedési termékeknek a hatás kifejtéséhez bizonyos időre van szükségük. A szövetelhalások ezért következnek be kissé később.

Az időjárás közvetlen és közvetett károsító hatásai a rizsnövényben valószínűleg felhalmozódnak, fokozatosan gengítik azt, s mindinkább hajlamosítják a betegségre. Egy bizonyos fejlődési és halmazódási fokon azután egy újabb időjárási kérosítás a pusztulás hirtelen folyamatát válthatja ki.

A ciklonális-depressziós időjárás a *gombaélősködő* életére is stimuláló hatást gyakorolhat. A Nagykunsági Állami Gazdaságban aug. 2-án észlelték, hogy az első szárcsomó felett rozsdabarna foltok jelentkeztek. Az első szárcsomó keresztmetszetén, az edénynyalábok helyén, szintén barna, még szabad szemmel is látható foltok tűntek fel. Hogy a barnulásos pusztulásnak gombás formája (piriculariosis) is létezik, bizonyítja az is, hogy a károsodás a „száraz” rizsvetésekben szintén megtalálható volt. Kopáncson a „Pallagi”

száraz rizsek 40—50%-ban károsodtak. A Nagykunsági Állami Gazdaságban főként virágzáskor pusztított a *Piricularia*. A gombás jellegű fekete foltok aug. 16-án a teljesen ép gyökérzetű növényeken is észlelhetők voltak. Ez a károsodás az összeterület 80%-án jelentkezett. A fejlődésben való megakadás pedig kb. 1200 kat. hold rizsvetésben volt észlelhető! Az időjárás stimuláló hatása valószínűleg nem merül ki csupán a praefrontális időszak fölmelegedésében és páratartalombeli fokozódásában. A szinoptikus helyzet kialakító mechanizmus egyéb hatásai is szerepet játszhatnak (pl. a sugárzásban beálló változások). *Fischer és Gäumann* [3], valamint *Bortels* [1] kifejtették, hogy a patogén gombák életfolyamatai az időjárás alakulásával kapcsolatban vannak.

Az elmondottak arra mutatnak rá, hogy a rizs bruzone-betegségének tanulmányozásakor a meteorológiai folyamatoknak központi szerepet kell tulajdonítanunk. Az 1955. évi, legkatasztrofálisabb hazai pusztítás meteorológiai elemzése eddigi figyelembe nem vett légköri hatások lehetőségére utal, ami a szinoptikus meteorológiai módszer alkalmazását is indokolja. Ez elsősorban azt jelenti, hogy a bruzonéra vonatkozó vizsgálatokat országosan és egyidejűleg kell végezni.

IRODALOM

- [1] *Bortels, H.*: Beziehungen zwischen Witterungsablauf, physikalisch-chemischen Reaktionen, biologischen Geschehen und Sonnenaktivität. Die Naturwiss. XXXVIII 165—176, 1951.
- [2] *Chiapelli, R.*: A rizs gombabetegségei (ford. olaszból). Öntözésügyi Közlemények II. 233—241, 1941.
- [3] *Fischer, E., Gäumann, E.*: Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. Jena, 1929.
- [4] *Frank, M.*: A rizs bruzone betegsége. Agrártudomány I. 298—302, 1949.
- [5] *Hajdu, L.*: Bruzone megfigyelések s Nagykunsági Állami Gazdaságban (kézirat, 1955).
- [6] *Kállay, K.*: A rizs barnulásos megbetegedésének leküzdése. Agrártudomány V. 308—311, 1953.
- [7] *Kiss, I.*: Néhány növényi mikroszervezet, baktérium és klorobaktérium tömegtermelésének meteorobiológiai elemzése. Annal. Biol. Univ. Hung. I. 387—396, 1952.
- [8] *Kiss, I.*: Az aerob és anaerob jellegű légzés vizsgálatának szerepe az időérzékenység kutatásában. Időjárás 59. 218—223, 1955.
- [9] *Kiss, I.*: Meteorobiológiai vizsgálatok növényi mikroszervezeteken. Hidrológiai Közlemény 35. 343—352, 1955.
- [10] *Ozorai, Z.*: Rendkívül heves szélvihar a Balatonon. Időjárás 59. 316—318, 1955.
- [11] *Sik, K.*: A rizs bruzone megbetegedése. Magyar Mezőgazdaság IV. 12, 1949.
- [12] *Szepes, J.*: Vizsgálatok a rizs barnulásos megbetegedésének korai felismerésére. Agrártudomány VI. 72—75, 1954.
- [13] *Szpešsy, I.*: A legfontosabb rizsbetegségek megkülönböztetése. Agrártudomány XI. 11—13, 1959.
- [14] *Vámos, R.*: Az időjárás és a rizs barnulásos betegségének kapcsolata. Időjárás 58. 273—277, 1954.
- [15] *Vámos, R.*: Microbiologic processes in limeless alkaline soils. Acta Szegediensis, pars Biologia I. 113—124, 1955.
- [16] *Wagner, R.*: Adatok a kopáncsi rizsföldek éghajlatához. Időjárás 61. 266—277, 1957.

A potenciálgradiens regisztrálása

1959 márciusában a Marczell György Obszervatórium mérési programja kibővült a légköri feszültségesség, másnéven potenciálgradiens regisztrálásával. Mivel az ilyen természetű mérések részletei kevésbé közismertek, azért szükségesnek látszik röviden összefoglalni azok elvét, valamint a jelenlegi obszervatóriumi regisztrálás műszaki megoldását.

A Földet körülvevő villamos tér létét — zivatarokban és derült időben egyaránt — Franklin, D'Alibard és Lemonnier 1752-ben egymástól függetlenül végzett kísérletei mutatták ki elsőként. A mintegy két évszázada folyó kutatások alapján a következő kvalitatív képünk alakult ki a légkör elektromos teréről: a Föld felszínét nulla feszültségűnek tekintve feléle egyre ritkuló közökkel ekvipotenciális felületek helyezkednek el, amelyek követik a felszín egyenetlenségeit, de azoktól távolodva kisimulnak; ezáltal a tereptárgyak felett erővonal-sűrűsödések, mellettük pedig ritkulások keletkeznek.

A légköri feszültségesség mérése a Maxwell-egyenletek kiegészítésének tekinthető

$$E = -\text{grad } U$$

kifejezés alapján történik, vagyis a térerősség-vektor értékét a potenciál gradiense határozza meg; innét származik az elnevezés is. A fenti, egészen általános érvényű formulát jelentősen egyszerűsíthetjük, figyelembe véve, hogy

$$E_x = 0 \quad \text{és}$$

$$E_y = 0$$

mivel az x és y tengelyeket a potenciálfelület síkjába helyezzük; ezzel végül is:

$$E_z = -\frac{dU}{dz}$$

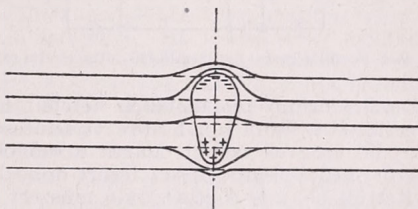
Látható, hogy a légkör feszültsége a földhöz képest — ritka kivételektől eltekintve — pozitív és a magassággal csökken. Gyakorlati célokra a $\frac{dU}{dz}$ differenciálhányados helyett a differenciahányados alkalmasabb, így az

$$E_z = -\frac{\Delta U}{\Delta z}$$

kifejezés egyben mérési utasítás is: a potenciálfelületre merőleges két pont közötti feszültségkülönbség adja meg a térerősség értékét.

A mérés ezekután úgy történik, hogy a vizsgálandó elektromos térbe egy vezető-

darabot helyezünk el (1. ábra). A tér potenciálfelületei közül egy metszi a vezetőt, míg a többi deformálódik, alatta-felette helyezkedik el és a felületi töltéseket szétválasztja a fémen, influál. Ha a mérőpontban ionizáljuk a levegőt, akkor ezáltal az influált + és - előjelű töltéseket elvezetjük, vagyis a vezető mint potenciálkiegyenlítő működik; és a visszamaradó, most már csak a fémrudat átszelő egyetlen potenciálfelülettel arányos töltést elektrométerrel mérhetjük. — Az ionizáció



1. ábra. Potenciálfelületek torzulása a térbe helyezett vezetőtest hatására

régebben láng- és cseppkollektorral történt, ma már kizárólag radioaktív preparátumot használnak erre a célra.

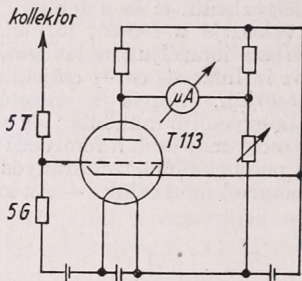
Hazánkban először Marczell György végzett potenciálgradiens méréseket Ógyalán, 1913—14-ben. A háború miatt megszakadt regisztrálásokat Flórián Endre folytatta ugyanott 1938-tól Benndorf-féle regisztráló elektrométerrel.

A Marczell György Obszervatóriumban most megindult regisztrálás — önrő Benndorf elektrométer híján — elektroncsöves készülékkel történik. Működése a következő: a radioaktív preparátummal ionizált vezetőről kapott 100 V nagyságrendű feszültséget teraohm (10^{12} ohm) rendű elemekből épített oszton ezredrészére csökkentve nagy bemenőellenállású elektroncső rácsára adjuk. (Az extrém ellenállások alkalmazása azért szükséges, mert a potenciálgradiens mérése elektronikus szempontból igen nagy belsőellenállású generátor feszültségének mérésével ekvivalens.) A felhasznált Telefunken T 113 típusú elektrométer-cső rácsárammentes munkapontban, egyszerű csővoltmérő kapcsolásban dolgozik. A cső anódkörében levő regisztráló műszer jelen beállításban ± 500 V külső feszültségnél éri el végkiterését, e műszer sőtölésével a mérés-határ még bővíthető (2. ábra).

A tápfeszültséget a teljesen stabilizált hálózati anód és fűtéspótló elkészültéig

akkumulátorokból nyerjük. Az ionizáló radioaktív anyagot felfogó vezetődarabot borostyán szigeteléssel erősítettük fel; állandó elektromos fűtéssel akadályozzuk meg, hogy felületi vezetést okozó pára csapódjék le a borostyánon, s ezáltal a kollektort söntölje.

A kollektort a csővoltmérővel együtt az



2. ábra. Feszültségést regisztráló csővoltmérő elvi rajza

Obszervatórium főépületének tetején helyeztük el a faltól kb. 1 m-re vízszintesen kinyúló szögvas tartón. Magát a csővoltmérőt nedvességmentesen lezárt dobozba építettük be, míg a regisztráló műszert és az akkumulátorokat természetesen az épületben helyeztük el. Ezzel a megoldással csak egy helyen kellett sztatikus szigetelést — azaz borostyánt — alkalmaznunk, mivel a csővoltmérő anódoldalán már

konvencionális szigetelésű vezetékekkel is csatlakozhatunk az áramforráshoz ill. a regisztráléhoz. — A hatszínű jelfogót is vezérel, amivel két percenként leválasztja a kollektort a csővoltmérőről és alapvonalat irat vele.

Feszültségés méréseknél kétféle hitelesítés szükséges:

1. A csővoltmérő kalibrálása, ami hetenként egyszer történik; ismert külső feszültséget (150 ill. 300 V) kapcsolva a műszer bemenetére, megállapítható, hogy a regisztrálón 1 mm kitérés hány volt bemenőfeszültségnek felel meg; az így kapott szorzószám időbeni állandósága mutatja a cső ill. a feszültségosztó helyes működését.

2. A fenti regisztráló műszer nem adja meg a potenciálgradiens valódi értékét V/m dimenzióban, mert egyrészt nem 1 méter távolságban levő két pont között méri a feszültséget, másrészt a tereptárgyak nagymértékben deformálják a potenciálfelületeket. Ezért sík területen, a talajfelszíntől 1 méter magasságban végzett párhuzamos mérésekkel meg kell állapítani a regisztráló felállítási helyén és a hitelesítő pontban levő feszültség arányát. Az így kapott korrekciós tényezővel szorozva a regisztrált adatokat a felállítási hely tényleges potenciálgradiens értékeit kapjuk.

A fentiek szerint mért és hitelesített adatok az Időjárási Havi Jelentésben ill. az Évkönyvben kerülnek közlésre.

Adámy László :

Lég hullámok a hegyek fölött

A hullámszél irodalomban az alapvető elméleti tételek kidolgozása után a legújabb időkben a részletkérdések kutatása, valamint az elméletnek a gyakorlatra való alkalmazása került előtérbe. Jelen dolgozatunkban a fentebb vázolt témakörrel kapcsolatos irodalomból kívánunk ismertetést nyújtani.

A hegyek fölötti légáramlás sajátosságait több tényező kölcsönhatása állapítja meg. Ezek közül igen nagy a jelentősége a légáramlás szerkezetének, azaz a légállapothatározók vertikális eloszlásának. Az elméleti tanulmányokban a légállapothatározókat egy — általában l^2 -tel jelölt — paraméterben foglalják össze, s vizsgálat tárgyává teszik ezen paraméter vertikális változásainak hatását a légáramlás sajátosságainak kialakításában. Az l^2 paraméter az

$$l^2 = \frac{g\beta}{u^2} - \frac{1}{u} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

kifejezésből számítható ki. Az egyes betűk jelentése a következő:

g a nehézségi gyorsulás,
 β a stabilitási tényező, amelyet a légkör vertikális hőmérsékleteloszlása határoz meg, azaz

$$\beta = \frac{1}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial z}$$

ahol θ a potenciális hőmérséklet,
 U a horizontális szélkomponens,
 z a magasság.

Scorer 1949-ben az áramvonalakra a következő egyenletet vezette le:

$$\xi z = -2\pi \cdot H b e^{-kb} (u_1 u_2) \varphi_{z,k} (\partial \varphi_{1,k} / \partial k)^{-1} \sin kx$$

ahol

ξz az áramvonal elmozdulása a z magasságban levő nyugalmi szintjétől,

k a hullámszám, $2\pi/k$ érték megadja a hullámhosszt,

φ egy függvény, amely kielégíti a

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + (l^2 - k^2) \varphi = 0$$

egyenletet,

H a hegy magassága,

b a hegy ún. félszélesség paramétere, azaz a

$$h = \frac{H \cdot b^2}{b^2 + x^2}$$

egyenlettel meghatározott ideális dombkeresztmetszetnél $x = b$ helyen $h = 1/2 H$, valamint az 1. index a talajszintre vonatkozik.

A ξ z áramvonal elmozdulásának meghatározásával megállapíthatjuk a lee-hullám amplitudóját. Ehhez az egyenleteket alkotó tényezőket célszerű az alábbi csoportosításban vizsgálat alá venni [1]:

$H \cdot b$ e^{-kb} a hegy alakjának a hatása,

U_1/U_2 a vertikális széleloszlás hatása,

$\varphi_{z,k} (\partial \varphi_{1,k} / \partial k)^{-1}$ az l^2 profil hatása.

A tényezők első csoportja akkor éri el maximális értékét, ha $b = k^{-1}$, azaz a hullámhossz egyenlő a hegy szélességének felével. A Scorer-egyenleteknek éppen ebben rejlik egyik kimagasló jelentősége, amennyiben összefüggést állapított meg az akadály alakja és a keletkezett hullámok amplitudója között, kimutatva, hogy a keletkezett hullámozgás akkor a legerősebb, amikor az mintegy rezonanciában van a környezetével. Arra lehet következtetnünk, hogy a legerősebb lee-hullámozgás a hegység felett nem feltétlenül a legmagasabb dombokkal vagy hegyláncokkal kapcsolatos. *Alacsonyabb hegyek is létrehozhatnak jelentős lee-hullámozgást megfelelő állapot-closzlású áramló levegőben.*

Az U_1/U_2 hányados akkor növeli a légáramlás amplitudóját, ha a szélesebbség a magassággal csökken. Másrészt hullámozgás csak akkor jön létre, ha az l^2 érték csökken a magassággal. Az l^2 kifejezés — mint már az előbb említettük — a stabilitás és a széleloszlás függvénye, s akkor csökken, ha a szélesebbség a magassággal nő, illetőleg ha a stabilitás a magassággal csökken. Ezért a szélesebbség magassággal való csökkenése nem járulhat lényegesen hozzá a hullámozgás amplitudójának növekedéséhez.

Az l^2 profil hatásának vizsgálatához célszerű a légkör szerkezetére vonatkozóan bizonyos egyszerűsítő feltételeket tennünk. Feltételezhetjük, hogy a légkör összesen két különböző rétegből áll, az alsó rétegben nagyobb, feljebb kisebb a stabilitás. A φ függvényre ez esetben két megoldást kapunk, és meghatározhatjuk azt az egyenletet, amelynek alapján a maximális amplitudó megbecsülhető. Az egyenletet grafikusán ábrázolva azt a következtetést tehetjük, hogy

1. l^2 -nek a magassággal való nagyobb csökkenése kedvezőbb a nagyobb amplitudójú hullámok számára;

2. az alsó stabilisabb réteg vastagságának csökkentése egy bizonyos mértékig növeli a hullám amplitudóját; ha egy kritikus értéken túl csökkentjük a vastagságot, az amplitudóban igen gyors csökkenés következik be. Ez azt jelenti, hogy az optimális feltételek igen közel állnak a kritikus hullám feltézési feltételekhez;

3. nagyobb a hullámozgás amplitudója akkor is, ha a felső rétegben kisebb a stabilitás mértéke.

Nagy amplitudójú hullámokat tehát az a légáramlás tartalmazhat, amelyben egy vékony réteg nagy stabilitással rendelkezik, s felette egy vastagabb rétegben gyenge a stabilitás. Emellett a keletkezett hullámozgás és az ezt létrehozó akadály között teljesülnek az előbbieken említett rezonancia feltételei. Ha a két réteg mellett egy harmadik, adiabatikusan átkeveredett réteget is figyelembe veszünk, ennek hatása az amplitudó csökkenésében s a hullámhossz bizonyos mértékű növekedésében fog jelentkezni.

Vegyük most részletesebb vizsgálat alá a hegy módosító hatását. A természetben ugyanis a hegyprofilok nem egyeztetethetők össze az ún. ideális hegygerincekkel. Ez esetben a hegyprofilokat felbonthatjuk elemi gerincek sorozatára, a következő módszer segítségével [2]:

A szabálytalan hegyprofil megfelelő sűrűségű magassági ponttal határozzuk meg, egyenlő távolságban felvéve ezeket a pontokat a keresztmetszete mentén. A maximális magasságot, H^1 -et, ennek abszcisszáját x_1 -et, valamint az ehhez tartozó félszélesség-paramétert, b_1 -et felhasználva a többi pont magasságát a

$$H_1 b_1^2 / [b_1^2 + (x - x_1)^2]$$

kifejezés értékével csökkentjük. Az ezek után kapott magasságok maximális értékét választjuk H^2 -nek, s a vele kapcsolatos helyzeti és szélességi paraméterek segítségével a magassági értékek csökkentésének eljárását folytathatjuk. A gyakorlati eredmények azt mutatják, hogy 15 elemi hegygerinc esetén a maradék, a felbontás után elhanyagolt tényezők az elsődleges hegygerinc magasságának csupán 2–8%-át teszik ki. A lee-hullámozgás áramvonalait úgy kaphatjuk meg, hogy valamennyi elemi gerincet megállapítjuk az áramvonalak eltérést, s a kapott eredményeket összegezzük.

Gyakorlatilag nagy a jelentősége az aszimmetrikus dombokra kidolgozott elméleti tételeknek is. Az aszimmetrikus domboknak a csúcsból jobbra és balra eltérő a

félszélesség paramétere. A számítások azt mutatják, hogy az a gerinc, ahol a lee oldalon rövidebb a félszélesség paraméter, vagyis a lee oldal meredekebb, sokkal hatásosabb a lee-hullámok keltésére, mint a szimmetrikus gerinc. Az aszimmetrikus dombok sokkal erősebb vertikális sebességeket keltenek, mint az azonos főméretű szimmetrikus dombok. A gerinc aszimmetriája a hullám fázisára is hatással van. A dombprofil megváltoztatása a szimmetrikus alaktól az aszimmetrikus felé, az első lee-hullám közelebb kerülését idézi elő a domboldalhoz. Lényeges aszimmetria azt eredményezi, hogy az áramlás elősegíti az örvények keletkezését a meredek lejtőn, míg enyhébb hajlásúaknál helyenként erős talajfelszíni szelek jöhetnek létre.

Az egyik legalaposabban tanulmányozott lee-áramlás a kaliforniai Sierra Nevada hegységben az Owens völgy felett létrejövő hullámtér. Számításokat végeztek [2] a fentebb leírt numerikus módszer segítségével, s az eredmények azt mutatják, hogy a topográfiai faktorok és a függőleges sebességi összetevők feltűnő maximummal rendelkeznek a 11 és a 29 km körüli hullámhosszakra. Az Owens völgy felett kialakult hullámtérre vonatkozó megfigyelések (Holmboe és Klieforth, 1957) és a fenti eredmények igen jól megegyeznek egymással.

A Scorer-féle egyenletek alkalmazása a magasléggöri viszonyokra a következőket mutatja [3]:

Ha nem foglalkozunk az összes lehetséges sebességi és hőmérsékleti eloszlással, elegendő a tipikus viszonyoknak a tanulmányozása, amikor a sztratoszférában a hőmérséklet és a szélességgel a magassággal nem változik. Ebben az esetben az egyenlet egyszerűbb alakra hozható. A megoldás típusai a hullámhossztól, a hőmérséklettől és a szélességtől függően valóságos vagy komplex alakúak. A valós megoldások lehetséges értékei a kinetikus energia figyelembevételével határozhatók meg. Abból kiindulva, hogy a kinetikus energiának a magassággal csökkennie kell, ki lehet választani azokat a tartományokat, amelyek ezt a feltételt teljesítik. Ha a hullámhossz egy kritikus értéknél hosszabb, egy komplex függvény lehetséges megoldásait kell figyelembe vennünk. Ezt úgy végeztük el, hogy meghatározzunk egy felső határfelületet, s vizsgáljuk, hogy mi lesz a megoldás, ha ezt a határfelületet felfelé a végtelenbe elmozdítjuk. A kapott matematikai eredményekhez más utakon hasonló következtetésekhez jutott több szerző is, így többek között Queney (1947), Palm (1952) és Scorer (1949). Az eredmények fizikai analízise azt mutatja, hogyha egy merev felső határfelület létezik, akkor a

homogén légáramlás szimmetrikus zavarást tartalmaz a gerinc felett, ezenkívül nagyszámú, meghatározott nagyságrendű lee-hullám sorozatot. Ezek a lee-hullámok egymással interferálnak, s amint a határt a végtelenbe mozdítjuk el, teljesen kiegyensúlyozzák egymást. Egy véges zavarás azonban megmarad a gerinc közvetlen környezetében, s aszimmetrikus alakot vesz fel.

Egyszerűsített áramlási viszonyok esetén a számítások azt mutatják, hogy bizonyos légáramlásokban a hullámok legnagyobb amplitúdója a felső troposzférában és a sztratoszférában foglalhat helyet. Ez első sorban a stabilitási viszonyoknak a sztratoszféra közelében való megváltozásától függ. Ezek valamivel hosszabb hullámok, és sajátosságaik vizsgálatához a sztratoszféra stabilitási és szélviszonyait kell figyelembe vennünk. A hullámok népesebb csoportjának a legnagyobb amplitúdója azonban a troposzféra alsó részében van, s felfelé haladva az amplitúdó csökken. Ezen hullámok sajátosságai csak igen kis mértékben függenek a magasabb szintekben feltételezett viszonyoktól.

A lee-hullámok hosszára és amplitúdójára végzett számításokat Wallington és Portnall [4]:

Egyenletet vezettek le, a perturbációs feltételezések figyelembevételével, amelyben vertikális változól a nyomást választották. Ezen egyenlet alapján keresték azokat a hullámhosszértékeket, amelyek az adott léggöri állapotot meghatározzák mellett az egyenletet kielégítik. Alsó határfeltételként feltételezték, hogy a függvény értéke zérus az 1000 mb-os felület mentén. Felső határnak a 200 és 150 mb-os felszín az egységnyi perturbációs nyomásváltozás arányát választották; a számítások során ezen értékül 0, 1, 4 és 16 értéket vettek fel. Ezután az egyes esetekben 50 mb-onként meghatározták az egyenletükben szereplő állandók értékét, s azokat a hullámhossz értékeket vették figyelembe, amelyek az adott légállapot mellett a felső határtól kezdve lefelé haladva kielégítették az alsó határfeltételt. Kiszámították a legkedvezőbb hullámhossz környezetéhez tartozó értékeket is. Azokra a napokra végeztek számításokat, amelyekre a magasléggöri mérések alapján már Corby (1957) is kimutatta a várt lee-hullámzást. Az eredményeket a rádiószonda-ballon emelkedési sebességének eltéréseiből számított tényleges hullámhosszakkal hasonlították össze. 19 esetre végeztek számításokat, s ebből 15 esetben igen jól megközelítették a valószínű hullámhosszakot.

Ugyancsak az elméleti eredmények jó ellenőrzésére adott alkalmat az a hullámtér, amely 1954. július 16-án az angliai

Camphill-ben a lancesteri Vitorlázórepülő Klub terepe felett egy határozott melegfront előtt kialakult [5]. A magaslévköri adatokat a közeli liverpool-i rádiószondamérésből, valamint egy speciális kutatórepülésből határozták meg. A hőmérséklet és széleszél alapján a troposzférában három réteg volt elkülöníthető: egy legalsó adiabatikus, egy közbüvös stabilis és az előlött helyet foglaló kevésbé stabilis réteg. A hegység keresztmetszetét három ideális domb és két völgy szintéziséből állították össze. Az ezek által keltett hullámterek összegezése során éppen a vitorlázórepülőter feletti részen erős feláramlási zóna adódott. Az ebben mért 3,4 m/s-os közepes vertikális emelkedési sebesség igen jól megegyezik az elméletileg számított 4,3 m/s-mal. (1 m/s nagyságrendű különbség a vitorlázórepülőgépek süllyedési sebességének felel meg.)

A fenti napon a jól elhatárolható melegfronti felület, mint réteghatár alatt a talajszinti frontvonalról számított különböző távolságokban a hullámmozgásoknak a frontfelület magasságának megfelelően meghatározott sorozatai jöttek létre. Ezeket egy metszeten ábrázolva az állapítható meg, hogy a Camphill-i terep a fronttól 220 km-től 400 km-ig terjedő távolságban kialakult hullámterezhez tartozott a megadott időpontban. Amint a front közeledett, a hullámtér átalakult, s ennek a változásnak a bekövetkezett a repülőgépes, valamint a talajról végzett megfigyelések jól igazolták.

A különböző nagyságrendű hullámmozgások elméletének összekapcsolását legújabbban *F. K. Ball* végezte el, aki kimutatta, hogy azok az egyenletek, amelyek meghatározzák a nagyléptékű légköri mozgásokat, hasonlóak a réteges folyadékáramlás kisléptékű gravitációs mozgásaihoz [6]. *Ball* az egyenletek levezetésénél feltételezte, hogy az áramlás stacionárius, egy síkra korlátozódik, a folyadék összenyomhatatlan és súrlódásmentes, valamint a föld sík a légköri hosszuhullámokra. A fenti feltételekből kiindulva a mozgásegyenleteket, majd ezek átalakításával az általánosított vorticity egyenletet határozza meg, mind a nagyléptékű, mind a kisléptékű mozgásra. A két mozgásforma közötti kapcsolatot dimenzió nélküli mennyiségek bevezetésével állapítja meg. Bizonyos egyszerűsítő feltételek mellett a két áramlás akkor hasonló egymáshoz, ha

$$\frac{U_a}{d_f L_a} = F^2 = \frac{U_b^2 \rho}{g L_b \Delta \rho}$$

ahol az „a” a nagyléptékű, „b” a kisléptékű mozgásokra vonatkozó jelölés f a Coriolis-paraméter,

L egy karakterisztikus hossz, F vagy egy másik, ugyancsak elfogadott definíció szerint ennek négyzete, az ún. *Froude*-féle szám.

A *Froude*-féle szám nagysága szerint bizonyos áramlási típusok különböztethetők meg.

A továbbiakban *Ball* kimutatja, hogy az általa levezetett egyenletek és a *Scorer*-féle hullámegyenletek lényegében azonosak egymással, ha figyelembe vesszük azokat az elbanyagolásokat, amelyek a tényezők nagyságrendi elemzéséből adódnak.

A Magyarországon végzett hullámkutató repülésekről és az azokból levonható elméleti tanulságokról való beszámolás már túlhalad jelen dolgozat keretén. Itt csak arra kell rámutatnunk, hogy a magyar sportrepülők *Tardos Béla* elgondolásai alapján első ízben használtak vitorlázó repülőgépeket a hullámemelőterek szisztematikusan kimerésére, az általa kifejlesztett ún. háromgépes módszer segítségével. Az ilyen és egyéb módon szerzett tapasztalatok hazánkban a sportrepülők szakirodalmára révén ismeretesekek, de külföldön is jelentős érdeklődést keltettek. Megnyilvánult ez az érdeklődés a lengyelországi Leszno-ban tartott Vitorlázórepülő Világbajnokságon is, ahol a világbajnoksággal egy időben rendezett OSTIV konferencián a magyar küldöttek beszámoltak a hazai tapasztalatokról. Ezzel a beszámolóval a *Schweizer Aerorevue* is foglalkozott.

Összefoglalásképpen megállapíthatjuk, hogy számos részletkérdés tisztázásra került az elmúlt évek során. Az elmélet felhasználásával több kutató sikeresen végzett számításokat a hegyek felett kialakuló hullámáramlásokra. Magyarországon szép eredményeket ért el a hullámemelőterek szisztematikusan megfigyelési módszerének kidolgozásával. Annak a reményünknek adunk kifejezést, hogy a magyarországi tapasztalatokat is felhasználó, átfogó elméleti meteorológiai szakmunka nem sokára elkészül, s ezzel mi is gazdagíthatjuk a légköri hullámzások elméletének nemzetközi irodalmát.

IRODALOM

- [1] *G. A. Corby* és *C. E. Wallington*: The air flow over the mountains: the amplitude of the lee-waves (Quarterly Journal, 1956. július.)
- [2] *C. E. Wallington*: A numerical study of the topographical factor in lee-waves. (Quarterly Journal 1958. október.)
- [3] *G. A. Corby* és *J. S. Sawyer*: The air flow over a ridge — the effects of the upper boundary and high-level conditions. (Quarterly Journal, 1958. január.)
- [4] *C. E. Wallington* és *J. Portnall*: A numerical study of the wavelength and amplitude of lee waves (Quarterly Journal, 1958. január.)
- [5] *C. E. Wallington*: Lee waves ahead a warm front (Quarterly Journal, 1955. április.)
- [6] *F. K. Ball*: Long waves, lee waves, and gravity waves. (Quarterly Journal, 1959. január.)

A futóáramlások néhány kérdéséről

Az a tény, hogy a troposzféra felső rétegében, illetve a sztratoszférában szűk áramlási csövekben, tehát a légkör teljes térfogatának egy kis részén belül, a hemiszférikus szélrendszer kinetikus energiájának nagy része koncentráldódik, a kutatók figyelmét erre a légköri jelenségre fordította. Ha ugyanis ismernénk ennek a kinetikus energiának az eredetét, azt fel tudnánk használni — sok más elméleti következtetés mellett — például a troposzférikus, illetve sztratoszférikus kormányzás elve eldöntésénél. Ezért számos kutató és kutató-csoport foglalkozik ezzel az 1947-ben futóáramlásnak elnevezett légköri jelenséggel. A megjelenő dolgozatok nagy része a futóáramlások földrajzi elhelyezkedését, a szinoptikus rendszerekkel való összefüggését, a divergencia, vorticity stb. eloszlását vizsgálja. Kialakulásuk feltételeivel, eredetük megmagyarázásával inkább csak eset-tanulmányok foglalkoznak, úgy-hogy általános elméleti következtetések levonására nem gondolhatunk. A dolgozatok hangsúlyozottan felhívják a figyelmet — a műszerek korlátozottsága és a megfigyelések hiányos volta miatt — a kapott eredmények óvatos kezelésére.

Tekintsük át a megjelent dolgozatok alapján a futóáramlások fontosabb tulajdonságait. A Meteorológiai Világszervezet Aerológiai Bizottsága a futóáramlást 1958-ban a következő módon definiálta: Futóáramlásnak nevezzük az olyan nagy sebességű keskeny áramlást a felső troposzférában vagy a sztratoszférában, amelyet közel horizontális tengely, erős vertikális és oldalsó szélnyírás, azonkívül egy vagy több sebesség-maximum jellemez. Nagyságára vonatkozóan a következő kritériumot állították fel: 1000 km hosszú, 100 km széles, néhány km mély, a vertikális szélnyírás 5–10 m/sec az oldalsó szélnyírás pedig 5 m/sec kilométerenként. Tengely-

menti sebességének önkényesen felvett alsó határa 30 m/sec.

Földrajzi előfordulásának öt fő területe van: az *egyenlítői területeken, a 30° északi és déli szélesség mentén, a 40° és 60° szélesség között mindkét félgömbön*, azonkívül néha a szubpoláris területek fölött is. A futóáramlások elhelyezkedésének évi menete van. Az évi meridionális áthelyeződés teljesen hasonló a szubtrópusi magasnyomású öt évi áthelyeződéséhez.

Az *egyenlítői futóáramlás*, amelyet Afrika, Dél-Ázsia és Ausztrália fölött figyeltek meg, a legészakibb helyzetet júliusban, a legdélibb helyzetet januárban foglalja el. Rendszerint a 200 mb-os szint fölött fordul elő, sebessége meghaladja a 45 m/sec-ot.

A *szubekvatorális keleti futóáramlást* legnagyobb gyakorisággal 100–150 mb-on találták, 35–50 m/sec maximális sebességgel. Az alacsony szélességek keleti áramlásai akkor a legerősebbek és legösszefüggőbbek, amikor legészakibb helyzetükben tartózkodnak az északi félgömb nyarán. Tartósságuk különösen nagy ebben az időben a kontinensek déli részén, de az olyan helyeken, mint a Csendes-óceán nyugati és középső része, a keleti áramlások gyengén fejlettek. Itt a magasszintű cirkulációban megvan a hajlam arra, hogy lezárt örvények alakuljanak ki. Így a szubekvatoriális keleti futóáramlások övében egy lokalizált nyugati futóáramlás mutatható ki a Csendes-óceán középső részén júliusban, amelynek sebessége több mint 50 m/sec, s amely intenzitásának maximumát a közepes szélességek frontális rendszereivel kapcsolatosan éri el. ¶

A *szubtrópusi nyugati futóáramlások* 200 mb magasságban a szubtrópusi magasnyomású övek szélességében lépnek fel. Az orográfikus hatás a déli-félgömbön kisebb és így a közepes cirkuláció szabályosabb, mint az északi-félgömbön. Ennek megfelelő-

en a szubtrópusi futóáramlás megfigyelések a déli-félgömbön sokkal reprezentatívabbak. A déli-félgömbön a futóáramlás a 200 mb-os szint körül fordul elő, mégpedig télen 30° S szélességen, nyáron pedig 35° S és 40° S között. A közepes szélességen télen megközelíti az 50 m/sec-ot, de nyáron általában kisebb, mint 35 m/sec. Az északi-félgömb szélemezejének vizsgálata azt mutatja, hogy a téli szubtrópusi futóáramlás 3 hullámmal rendelkezik a Föld körül. A hullámhegyek 30°–35° N szélességnél, a teknők pedig 22°–25° N-nál találhatók. A legnagyobb sebességet a hullámhegy-nél találták: 70–75 m/sec-ot 70° W-nél (Észak-Amerika keleti partjai) és 40° E-nél (Közép-Kelet), 90 m/sec 145° E-nél (Ázsia keleti partjai). Az 50–55 m/sec minimális sebességeket a futóáramlás tengelyeinél az alacsonyabb szélességeken figyeltek meg. A szubtrópusi futóáramlás-tengelyek legnagyobb állandóságát India, Kína és Dél-Japán területén tapasztalták. A meridionális mozgások kis fokát annak a tényezőnek kell tulajdonítani, hogy télen a Himalája déli oldalát veszi körül a futóáramlás, és így stabilitása annak köszönhető, hogy a Himalája fizikai akadályként és egyben magasszintű hidegforrásként működik.

A közepes szélességek futóáramlásai szoros kapcsolatban vannak a polárfrontokkal, ezért térbeli és időbeli változottságuk igen nagy. Legnagyobb gyakoriságuk az állandó frontelőfordulási területeken van, mint Észak-Amerika és Ázsia keleti partjai.

A szubpoláris területeken levő magasszintű sztratoszféri futóáramlás szenvedi irányban a legnagyobb évi változást, a téli nagyon erős nyugati áramlástól, a nyári mérsékelt erő keleti irányú áramlásig. A szélnek ez a változása kapcsolatos a 20–30 km magasságban levő 30–50 C fokos hőmérséklet változással az északi pólus fölött. A déli pólus fölött valószínűleg nagyobb az évi változás.

Sok kutató vizsgálta a futóáramlások összefüggését a szinoptikus rendszerekkel. A legtöbb fejtegetés a futóáramlásokat a poláris frontálzónával kapcsolatosan vizsgálja. Ennek az az oka, hogy a legbősegebb megfigyelési anyag a közepes és a magasabb szélességekről áll rendelkezésre. Ezekben a tanulmányokban természetesen megvan a hajlandóság arra, hogy hangsúlyozzák a futóáramlások és a frontálzónák közötti kapcsolatot. Bár megállapították, hogy éles poláris frontokat mindig kísér futóáramlás, az ellenkezője nem mindig áll fenn. Így a frontok hiánya nem jelzi szükség szerűen a futóáramlások hiányát. A mérések szerint a nagyméretű áramlások meanderezése és a poláris frontálzónák között nagyon szoros összefüggés van.

Mint hogy az utóbbi kapcsolatos a futóáramlásokkal, ebből következik, hogy nagy amplitudójú hullámok esetén a futóáramlás maga is nagy amplitudóval rendelkezik. Bár a futóáramlás-hullámok és a szinoptikus rendszerek között az összefüggés nem mindig egyszerű, a szinoptikus rendszerek karaktere hasznos útmutató a futóáramlás áramlási jellegére vonatkozóan. Kimutatták, hogy a futóáramlás tengelye nem párhuzamos a frontrendszerrel, hanem közel fekszik a meleg szektor csúcsához, majd a hideg front mögött 300–600 km, a meleg front előtt pedig 600–1200 km távolságra folytatódik.

A futóáramlások és a hőmérsékleti mező összefüggéseit vizsgálva a következőket állapították meg: A troposzfériban a horizontális hőmérsékleti gradiens kb. az 50–55° szélesség közelében a legkihangsúlyozottabb, ahol egymás mellé kerül a többé-kevésbé homogén poláris és trópusi légtömeg. Ezen 500–1000 km szélességű baroklin zónán belül koncentráldók a pólus és az Egyenlítő között fennálló teljes hőmérsékleti különbség jelentős része. E troposzférikus baroklin zóna fölött a horizontális hőmérsékleti gradiens megfordul, melegebb és alacsonyabb sztratoszféra helyezkedik el északra, hidegebb és magasabb sztratoszféra délre. A legércsebb szél magját e baroklin zóna fölött figyelték meg a „tropopauza törése” mentén, azon a szinten, ahol nincs horizontális hőmérsékleti gradiens. Az aerológiai adatok vizsgálata egyöntetűen azt mutatja, hogy ezeken a szélességeken kívül a maximális szél szintje leggyakrabban kb. 1 km-re a tropopauza szintje alatt van.

Érdekes eredményre jutottak a szélnyírás és az örvényesség megoszlása terén a futóáramlások mentén. Jelöljük az abszolút örvényesség vertikális komponensét ζ_a -val és fejezzük ki természetes koordinátákban:

$$\zeta_a = f + \zeta = f + \frac{V}{r_s} + \frac{\partial V}{\partial n} \quad (1)$$

ahol f a Coriolis paraméter, ζ a relatív örvényesség vertikális komponense, $1/r_s$ az áramvonalak görbülete (pozitívra véve ciklonális körforgás esetén), $\partial V/\partial n$ a szélnyírás (ciklonális körforgásnál pozitív). Mint hogy a $\partial V/\partial n$ szélnyírás, a futóáramlás tengelyének két oldalán ellenkező előjelű, az (1) egyenletből következik, hogy a futóáramlás tengelye diszkontinuitást mutat a relatív örvényesség eloszlásában. Ezt a megállapítást a 200 mb-os relatív örvényességi mező ábrázolása is igazolja: egy kelet-nyugati irányított futóáramlás-tengely esetén a negatív relatív örvényesség jobbra, a pozitív relatív örvényesség pedig balra felül található.

A sűrűléssel és a szolenoidális, valamint a Föld felszínének görbületevel összefüggő tagoktól eltekintve, az örvényességi egyenletet a következő alakban írhatjuk fel:

$$\frac{d\zeta_a}{dt} = -\zeta_a \operatorname{div}_2 V + \frac{\partial V}{\partial z} \frac{\partial w}{\partial n} \quad (2)$$

A jobboldal első tagja szerint a divergencia csökkenti, a konvergencia növeli a részecske abszolút örvényességét; a második tag a vertikális mozgás (w) befolyását írja le az örvényesség változásában. Általában ezen utóbbi tag jelentéktelen a divergencia-taghoz viszonyítva és így az örvényességi egyenlet a következő alakú lesz:

$$\frac{d\zeta_a}{dt} = -\zeta_a \operatorname{div}_2 V \quad (3)$$

A (3) egyenlet azonban nincs tekintettel arra, hogy az abszolút örvényesség a légkörben zérus alá is csökkenhet. Ha ui. az egyenlet mindig a légkör helyes feltételeit képviseli, a negatív abszolút örvényesség dinamikailag nem engedhető meg. Bjerkenes azonban 1951-ben kimutatta, hogyha ζ_a a zérushoz közeledik, a divergencia-tag a (2) egyenlet utolsó tagjához viszonyítva kisebb jelentőségűvé válik, és ekkor az örvényességi egyenletet az alábbi formában írhatjuk fel:

$$\frac{d\zeta_a}{dt} = \frac{\partial V}{\partial z} \frac{\partial w}{\partial n}$$

Ez az egyenlet már nem zárja ki a negatív abszolút örvényesség előfordulását.

A divergencia megoszására vonatkozóan sajnos csak eset-tanulmány áll rendelkezésünkre, amely egy kelet-nyugati irányú futóáramlást vizsgál és megállapítja, hogy az áramlással szemben haladva pedig divergenciát tapasztalunk.

A repülés szempontjából rendkívül fontos, az ún. felhő nélküli turbulencia (*clear air turbulence*) meghatározása a futóáramlások mentén. A mérések szerint a turbulens területek legnagyobb része a futóáramlás alacsony-nyomású oldalán van. A futóáramlás tengelye közelében turbulenciát nem figyeltek meg. Egy kutató-csoport mérése szerint (1957) a felhő nélküli turbulencia sokkal erősebb, amikor a gép párhuzamosan repül a széliránnyal, mint amikor arra merőlegesen. Ez az állítás azonban nem teljesen igazolt. A felhő nélküli turbulencia és a futóáramlás összefüggéseivel foglalkozó tanulmányok gyakran egymással ellentétes következtetésekre jutnak. A probléma igen bonyolult és a nehézséget még növeli, hogy a földrajzi sajátságok hatása sem hagyható figyelmen kívül.

A futóáramlások néhány fontosabb tulajdonságának áttekintése után nézzük meg, hogy a jelenlegi ismereteinket hogyan tudjuk a gyakorlatban hasznosítani. Ma a futóáramlások legnagyobb gyakorlati jelentősége a repülésben van. A repülés csúcsmagasságának növekedése során a futóáramlások okozta veszély és a belőlük adódó gyakorlati haszon lehetősége is megnövekedett. Korábban sokan azon a véleményen voltak, hogy a gyorsabb repülőgépek használata a szél befolyását csökkenti fogja. Bebizonyosodott azonban, hogy a szélmező pontos ismerete nagysebességű repülőgépek gazdaságos kihasználásánál is fontos, különösen nagytávolságú repüléseknél. Nagy nyereséget jelent, ha a pilóta megbízható előrejelzést kaphat a repülés feltételeire vonatkozóan. A repülőgép összsúlya ugyanis előre meghatározott és minden kg megtakarított üzemanyag helyett jörfizető utast vagy teherárut lehet szállítani. Stiefelmaier kimutatta, hogy egy repülő-társaságnak kb. 220 repülés esetén félmillió dollár megtakarítást jelent, ha a repülés során a futóáramlást jól ki tudják használni. Gazdaságos repülés céljából a pilóta számára a meteorológusnak a következő kérdésekre kell válaszolnia: Lesz-e futóáramlás a repülés alatt, és ha ez az eset áll fenn, ellen vagy hátszél lesz-e? Ha hátszél lesz, hogyan lehet megtalálni és benne maradni a repülés alatt? Ellen-szél esetén hogyan lehet elkerülni a futóáramlás magját, és ha a repülőgép belerepült, hogyan lehet gyorsan kijutni belőle? A pilóta a hőmérsékleti gradiens változásából, a felhő nélküli turbulenciából, a felhőmegoszlás és a futóáramlás közötti kapcsolat ismeretéből maga is következtethet a futóáramlás tengelyének elhelyezkedésére. A gyorsan növekvő légközlekedés viszont szükségessé tette meghatározott légi utak bevezetését, amelyeket a repülőgépek kötelesek követni. Ez sajnos, csökkenti annak lehetőségét, hogy a pilóta igénybe vegye a futóáramlás előnyét egy másik légi út megválasztásával.

Bár a futóáramlásokkal a kutatók még nem régen foglalkoznak és ismereteink ma még inkább leíró jellegűek, az eddig elért eredmények máris arra engednek következtetni, hogy a futóáramlásokkal kapcsolatban tudományos szempontból még nagyon sok érdekes meglepetésre számíthatunk.

IRODALOM: Observational Characteristics of the Jet Stream, Technical Note No. 19 (Report prepared by a working group of the Commission for Aerology) Geneva, 1958. — *Koteswaram, P.*: The Easterly Jet Stream in the Tropics, Tellus, Vol. 10, No. 1, Stockholm, 1958. — *Alaba, M. A.*: A Case Study of an Easterly Jet Stream in the Tropics, Tellus, Vol. 10, No. 1, Stockholm, 1958. — *McLean, George S.*: Cloud Distributions in the Vicinity of Jet Streams, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 38, No. 10,

Mohácsi Mária

Meteorológiai feladatok a Szovjetunió hétéves tervében

A *Meteorologija i Hidrologija* folyóirat ez évi 4. számának élén A. A. Zolotuhin, a Szovjetunió minisztertanácsának kötelékében működő hidrometeorológiai szolgálat vezetője, igen részletes cikkben ismerteti a szovjet meteorológiai és hidrológiai szolgálat nagyszabású fejlesztési terveit. A cikk terjedelme egy teljes nyomtatott ív, pontos címe: „A hidrometeorológiai szolgálat feladatai a XXI. Pártkongresszus határozatainak megvívásában.” Az értekezés az általános szempontok felsorakoztatása után egyenként foglalkozik a legfontosabb részfeladatokkal.

Az általános rész abból a megállapításból indul ki, hogy a szovjet hidrometeorológiai szolgálat hivatása az ország népgazdaságának kiszolgálása. Minthogy a XXI. kongresszus határozatai a népgazdaság nagyszabású fejlesztését írják elő a hétéves terv keretében, azért a *hidrometeorológiai szolgálatra az eddiginél is nagyobb arányú és többoldalú feladatok várnak.*

Ennek kapcsán rámutat arra, hogy a szovjet hidrometeorológiai szolgálatnak már jelenleg is hatalmas és korszerű apparátus áll rendelkezésére a reá háruló kötelezettségek ellátásához. A népgazdaság különféle ágai évről évre nagyobb igényekkel lépnek fel a meteorológiai és hidrológiai prognózisok és adatszolgáltatás terén. Minthogy a népgazdaság minden ágának különleges meteorológiai szükségletei vannak, azért a prognózisszolgálatok és egyéb operatív szolgálatok egyre nagyobb mértékű *specializálódása* van folyamatban a Szovjetunióban. Ez ma már olyan fokot ér el, hogy külön intézményeket, illetőleg szolgálati szerveket is alakítanak egy-egy nagyobb népgazdasági feladatkomplexum kiszolgálására. Példaként szolgálnak azok a külön meteorológiai szervek, amelyeket a nagy vízerőművek számára létesítettek nemcsak az építkezés céljára, hanem az állandó üzemük kiszolgálása céljából is.

Már a nagy vízerőművek építkezése idején a szovjet meteorológiai szolgálat úgynevezett hidrometeorológiai állit fel, amely az egész vízgyűjtőterületen sűrű megfigyelő hálózatot létesít és főképp a hidrometeorológiai szempontból fontos meteorológiai jelenségek részletes észlelését végzi (párolgásmérés, csapadékmérés, szélviszonyok), ezenkívül az építkezés folyamán szükséges összes prognózisok elkészítéséről is gondoskodik. A már működő erőművek számára tovább dolgozik ez a szolgálat. Önműködő szélmérő állomásokat állítanak fel, amelyek adataikat rádióon közlik az erőmű mellett felállított meteorológiai obszervatóriummal. A nagyobb tárolómedencék

belsejében is létesítenek úszó megfigyelő-állomásokat.

A szovjet meteorológiai szolgálat köteles a népgazdaság összes ágait kiszolgálni. De különös gondot kell fordítania azoknak a népgazdasági ágaknak az igényeire, amelyek fokozott mértékben vannak alávetve az időjárás behatások következményeinek. Ezek közé sorolja Zolotuhin a népgazdaság következő ágait:

mezőgazdaság,
polgári légitözlekedés,
tengeri hajózás,
folyami hajózás,
halászat,
vasúti szállítás,
energiagazdaság,
híradásügy,
községgazdálkodás.

Az agrometeorológiai operatív szolgálat eddig elsősorban arra irányult, hogy kellő szakmai tanácsokkal lássa el a termelés ügyeit vezető párt- és tanácsszerveket. Az új hétéves tervben ehhez az a további nagy feladat járul, hogy magukat a termelő egységeket, a nagy szovhozokat és kolhozokat kell ellátni agrometeorológiai tájékoztatásokkal és agrometeorológiai prognózissal. Első lépésként a nagy gabonatermelő területek meteorológiai szolgálatának igen nagymértékű megjavítását tűzik ki célul.

A repülési meteorológia terén nagy és bonyolult feladat áll a szovjet meteorológiai szolgálat előtt. A Szovjetunió légitforgalma már ma is jelentős, a hétéves terv folyamán pedig a forgalom volumenje a mostaninak hatszorosára fog felszökni. A sok férőhelyes, nagysebességű légsugarhajózás utasszállító gépek használata szinte napról napra szélesebb körűvé válik a szovjet légi útvonalakon, és a hétéves terv folyamán — az értekezés szavaival élve — tömegesen kerülnek majd forgalomba. Ennek kapcsán részletes prognózisok válnak szükségessé a felső troposzféra szélviszonyairól, a futóáramokról, a felhőzet felső határáról, a turbulencia állapotáról, a magasranyúló (6—12 km) zivatarfolyamatokról. Ezért nagymértékben fejlesztik a repülőmeteorológiai prognózis-szolgálatot a következő városokban: Novoszibirszk, Harabovszk, Taskent. Különösen nagyarányú lesz a fejlesztés magában a moszkvai Vnukovó légitámaszponton, ahol felállítják a Moszkvai Repülőmeteorológiai Főközpontot.

A hajózás és tengeri halászat érdekében nagymértékben fogják használni a szinopti-

kai térképek fac-simile útján való továbbítását a partoktól távolabb időző hajókra.

A folyami hajózás meteorológiai problémáit lényegesen megnövelte a nagy folyók medrére beépített óriási víztárolók (mesterséges tengerek) létrehozása. A hatalmas kiterjedésű vízfelületeken nagy szélviharok és olyan arányú hullámverés fenyegetik a hajókat, aminőkkel a régi természetes medrekben nem kellett számolni. Ezért a nagy víziutak részére külön útvonalai prognózisok és veszélyjelző szolgáltatások megszervezése vált szükségessé. Ennek kapcsán különleges észlelőhálózati problémákat is meg kell oldani, amennyiben nemcsak a partokon, hanem a víztárolók belsejében is kellene üsző megfigyelőállomások.

Az energiagazdaság meteorológiai kiszolgálása már jelenleg is nagy és fontos feladat. A teherelosztó szerveknek, az erőműveknek és a távvezetékeknek a jövőben még részletesebb prognózisokra van igényük.

A dolgozatnak meglehetősen terjedelmes része foglalkozik a *meteorológiai megfigyelőhálózat* fejlesztésével. A hétéves terv folyamán kerekén 1500 új meteorológiai állomást létesítenek a Szovjetunió területén; az új állomások kétharmad része az ázsiai területekre esik. Nemcsak az observatóriumokat, hanem az elsőrendű állomásokat is el fogják látni a gépi adatfeldolgozáshoz szükséges korszerű technikai eszközökkel. Az összegyűjtött észlelési anyagok mikrofilmre kiadását nagymértékben kiszélesítik.

Fontos helyet fog betölteni a hétéves tervben egy nagy adatgyűjtő központ, amely a hidrometeorológiai szolgálat keretében létesül. Ez a következő elnevezés alatt szerepel: „Hidrometeorológiai anyagok és kutatási eredmények állami központja”. (Az eredeti orosz kifejezés ezt a központot alapnak nevezi.) A központ azt az anyagot is felöleli, ami nem magának a meteorológiai szolgálatnak a munkájából származik, hanem más intézmények működéséből, mint például kutatóintézetekben és egyetemeken folyó munkálatokból. A központnak egyes osztályai már megalkultak a Szovjetunió bizonyos területeire vonatkozó anyag összegyűjtésére; más területek számára új osztályokat fogunk létesíteni.

Kitér az értekezés a hálózat műszerállományának fejlesztésére is. A hajszálas higrométereket teljesen ki fogják cserélni olyan műszerekkel, amelyek felvevő része szerves hártából készül. Ez a mérési pontosság lényeges növelését fogja meghozni. Alkalmazni fogják a hatféle adatot szolgáltatató önműködő állomásokat, a rádióközléseket adó önműködő távcsapadékmérőket és önműködő távészlelmérőket, valamint a sugárzásháztartást mérő mű-

szereket és a látótávolságmérőket. A távvezetékek meteorológiai szolgálata érdekében a nagy szélviharoknak és zuzmáraképződésnek kitett területeken fokozott számban állítanak fel távészlelmérőket és különleges jelérakódásíró műszereket (gologodográfokat).

A meteorológiai megfigyelőhálózat új mérési feladatai közé tartoznak a hétéves terv keretében az ozonometria, a csapadékok kémiai összetételének vizsgálata, valamint a televíziós adótornyok felhasználása a legalsó 300 méteres légréteg meteorológiai állapotának regisztrálására.

A Szovjetunió agrometeorológiai megfigyelőhálózata jelenleg 4000 állomásból áll, azt a számot tízezerre fogják felemelni. A talajnedvességi mérések jelenleg 1300 állomáson folynak a Szovjetunióban; a mérőhelyeknek a számát 2200-ra emelik fel. A fenológiai hálózat súlypontja a gabonák fenológiájára esik. Egyedül a gabona-fenológia céljait 2000-nél több fenológiai állomás fogja szolgálni.

A Szovjetunió meteorológiai és hidrológiai sürgőnyzósolgálatainak arányaira jellemző, hogy az 1958. év folyamán húszmillió távirati jelentés futott be a különféle operatív központokhoz: *Zolotuhin* kiemeli, hogy ezen a nagyszabású hírszolgálaton alapszik az egész prognózisszolgálat és tájékoztató szolgálat működése.

Az operatív munka fejlesztésének tárgyalása után *Zolotuhin* áttér a hétéves terv kutatási programjára. Mindenekelőtt megállapítja, hogy az egész kutatási program *középpontjában áll* a prognosztikai módszerek kidolgozása és tökéletesítése, espedig úgy a hosszútávú, mint a rövidtávú prognózisok területén. Rámutat, hogy az utóbbi néhány év folyamán óriási mértékben fejlődött a légköri folyamatokra vonatkozó tudásunk, amiben a rádiószondaszolgálat fejlődésének és a rakétákkal folyó kutatásnak igen nagy része van. „Ezek a teljesítmények alapot adnak arra a várakozásra, hogy az *időprognózis nehéz problémájának megoldásában* jelentős előhaladás előtt állunk”. Többek között remény van arra, hogy a 3–15 napos tartamú távprognózisok kidolgozására egy *objektív módszer* alakulhasson ki. A hidrodinamikai alapon álló numerikus előrejelzési módszerek fejlődése *elkerülhetetlenné teszi az elektronikus számítógépek széleskörű alkalmazását*. A hosszabb időre szóló numerikus előrejelzés kellő fizikai alapjainak megteremtése érdekében nagy szükség lesz a dinamikus klimatológia olyan irányú fejlesztésére, amit az *éghajlatok hidrodinamikai elméletének* nevezhetünk. *Zolotuhin* véleménye szerint a jelenlegi, szűkebb értelemben vett szintoptikai módszer még hosszú ideig a prognosztika legfőbb munka-

eszköze marad. Ezért a (nem numerikus jellegű) szinoptika fejlesztésére is nagy súlyt helyeznek a hétéves terv időszakában. Ennek eszközei közé tartoznak a jelenlegi kutatóintézeteken és előrejelző szolgálatokon kívül a sok kutatórepülőgéppel rendelkező, nagyszabású tudományos repülőfelszállási állomások.

A prognosztikai feladatok ismertetése után sorra következnek a felhőfizikai, mesterséges esőkeltsési, valamint a klimatológiai kutatások terén felmerülő időszériu feladatok. *Zolotuhin* rámutat, hogy a szovjet klimatológusok az utóbbi időben jelentős eredményeket értek el az éghajlatelméletben, továbbá a sugárzási háztartás, a légköri cirkuláció, az éghajlatváltozások és éghajlatingadozások, valamint az alkalmazott klimatológia területein. A hétéves tervben a naptevékenységnek az időjárásal és éghajlattal való kapcsolataira vonatkozó részletesebb kutatások is szerepelnek.

A hétéves terv egyik égető feladata olyan kézikönyvnek a megírása, amely útmutatást ad az agrometeorológiai prognózisok készítéséhez. Nagy erővel folytatják a Szovjet-

unió egyes területeire vonatkozó agroklimatológiai táblázatok kiadását. Eddig 36 különféle vidék részére készültek el ilyen munkák. További 80 terület táblázatos agroklimatológiai monográfiáját adják ki a hét esztendő folyamán.

Az elmúlt öt éves tervidőszak folyamán a hidrometeorológiai szolgálat összesen 5000 új szakembert alkalmazott saját létszámában (részben főiskolai, részben középiskolai fokú szakképzettséggel). Továbbra is fontos feladatot jelent azoknak a dolgozóknak és észlelőknek a levelező úton való iskoláztatása, akik a szakképzettséget még nem szerezték meg. Erre a célra Moszkvában külön hidrometeorológiai levelező technikum működik, továbbá levelező tagozatok állnak fenn a vladivosztoki, taskenti és harabovszki hidrometeorológiai technikum keretében.

Igen érdekes adat, hogy a szovjet hidrometeorológiai szolgálat 1500 házépítést irányoz elő a hétéves terv folyamán, és pedig észlelőállomások, észlelői lakások, továbbá a különböző városokban létesítendő új meteorológiai intézmények céljaira.

Aujeszky László

A meteorológiai kutatás és a meteorológusképzés az Egyesült Államokban

A *Bulletin of the American Meteorological Society* 1958 júniusi számában terjedelmes tanulmány jelent meg, amely kimerítően foglalkozik az Egyesült Államok meteorológiai szervezetének problémáival. Tekintettel arra, hogy a tanulmány részletesen taglalja a meteorológiai kutatás és a meteorológusképzés jelenleg fennálló rendszerének kérdéseit, megállapításait érdemes részletesebben megismernünk.

A tanulmány bevezető része megállapítja, hogy a meteorológiát, jóllehet az egyik legősibb tudomány, az emberek nagy része nem számítja a tudományok közé. Ez a meggyőződés a múlt bűne, mert a múltban a meteorológia majdnem kizárólag a gyakorlati időelőrejelzés kiadására korlátozódott. A tudományos jelleget kölcsönző szélesebbkörű kutatás csak a műszertechnika fejlődésével indulhatott meg, és viszonylag nem nagy múltra tekinthet vissza. Napjainkban az elektronikus számológépek, a magaslégtéri rakéták és a mesterséges holdak rendkívül kiszélesítették a kutatás területét. A kutatások eredményeinek alkalmazása és a meteorológiai tanácsadások felhasználása évente kb. egymilliárd dollár állami megtakarítást jelent. A meteorológia kiterjedtebb felhasználá-

lásának biztosítása érdekében az Amerikai Nemzeti Tudományos Akadémia bizottságot létesített azzal a céllal, hogy a meteorológiai kutatás és a meteorológusképzés problémáit megvizsgálja. A bizottság feladata az is, hogy kapcsolatot teremtsen a meteorológusok és a hasonló területeken dolgozó fizikusok és geofizikusok között.

A bizottság megállapította, hogy a második világháború után nagymértékben felendült a kutatómunka. Ezt részint új munkaerők beözönlése, részint pedig az új akadémiai kinevezések eredményezték. A nevelés kiterjesztése és a kutatási tervek lehetővé teszik, hogy a tudományos munka a következő években még színvonalasabb legyen, bár az eddigi eredmények is nagy reményekre jogosítanak. Különösen a felhőfizikai mérések és vizsgálatok, valamint az időjárás módosítás eredményeit bizonyítják, hogy az eddigi fáradozások nem voltak hiábavalók.

Az Egyesült Államokban számos intézmény — repülési, hajózási intézetek és az Időjárási Hivatal — széleskörű kutatásra nyújt lehetőséget. A pusztító hurricánok tanulmányozására és megismerésére külön Hurricán-kutató Intézetet létesítenek. A bizottság felhívta a kutatóintézetek

figyelmét a legfontosabb meteorológiai kérdések kidolgozására, és számos javaslatot adott a következő évi tervek elkészítéséhez. A légkör dinamikájának tanulmányozásánál ma már nélkülözhetetlenek a nagyteljesítményű elektronikus számológépek, mert ezek segítségével a bonyolult formulákat közvetlenül felhasználhatják a rövid- és hosszúdőtartamú előrejelzésekhez. A légköri energetika kérdései közül a felhőfizika, a turbulens kicserélődés vizsgálata, valamint a rövid- és hosszúhullámú hőátvitel tanulmányozása lesz a következő évek feladata. A dinamika és az energetika kérdéseinek megoldása lehetővé teszi, hogy az éghajlatot és az éghajlati tényezőket fizikai formulákban fejezzék ki. A fizikai klimatológia segítségével behatolhatnak az időjárás módosítás, az éghajlatelőrejelzés, a paleoklimatológia és a tengeri cirkuláció eddig ismeretlen területeire. A magaslégkör jelenségeinek kutatásába feltétlenül be kell vonni a magaslégköri fizikával foglalkozó tudósokat, mivel ez a terület már nemcsak a meteorológia keretébe tartozik. A jelenleg más célra használt technikai eszközöket — a radart, a magaslégköri rakétákat és a mesterséges holdakat — a tudomány szolgálatába kell állítani. Ugyancsak képzett fizikusokra lesz szükség a rádióaktív izotóp laboratóriumokban, ahol majd figyelemmel kísérik a légpályákat, a meteorológiai diffúzió jelenségeit és a föld-óceán-légkör rendszerben a vízháztartást. A Hurrican-kutató Intézet feladata lesz, hogy a közepes kiterjedésű időjárás-képződmények jellemzőit megállapítsa. Korszerű eszközöket bocsátanak rendelkezésre a tornádók, hurricanok és a szélrohamfrontok felépítésének háromdimenziós vizsgálatához.

A felsorolt feladatok túlnőnek a meteorológia keretein. Mivel maga a meteorológia is magában foglalja a klasszikus fizika számos ágazatát, együttműködési fegyelemre van szükség, mert enélkül nincs lehetőség a specializálódásra. A tudományok mai állásánál szükséges a nagyfokú specializálódás, de ugyanakkor az együttműködési fegyelem gátat szab a kutatások oktalan szerteágazásának. A meteorológián belül feltétlenül szét kell választani a kutatást és a gyakorlati előrejelzést. Ugyanez vonatkozik a troposzféra és a felsőbb légkör egymástól különböző természetű jelenségeinek vizsgálatára. Önállósítani kell a feldolgozó munkát, és a feldolgozó részlegeket el kell látni a legkorszerűbb számológépekkel, különben az a veszély áll fenn, hogy az adatok mennyisége felülmúlja a feldolgozás kapacitását.

A meteorológiai kutatást nagyon hátráltatta az anyagi támogatás hiánya és bizonytalansága. 1957-ben a válság idején

sok kutatást abbahagytak, mert a munkatársak nem kapták meg a kellő anyagi támogatást. A tudományos lelkesedés lanyhult, és a kutatók az alapvető meteorológiai kutatás helyett inkább speciális alkalmazott meteorológiai tárgyú témákkal foglalkoztak. Ezeket többnyire a hadsereg adta ki és bőséges anyagi fedezetet biztosított, így nem volt csoda, hogy a tudósok nagy része az alkalmazott meteorológiai kérdések vizsgálatával foglalkozott. Ezért a bizottság kimondta, hogy az alapvető meteorológiai kutatást tekintik a legfontosabbnak, s a meteorológusok és a rokontudományok kutatói részére az anyagi támogatást növelik. Elhatározták, hogy Nemzeti Légkörkutató Intézetet alapítsanak, amely szoros kapcsolatban fog állni az egyetemekkel és a főiskolákkal. Ez az Intézet széleskörű alapvető kutatásokat fog végezni, helyet ad a rokontudományok szakembereinek, s egyszersmind biztosítja a kisebb speciális témákkal foglalkozó tudósok között az együttműködési fegyelmet. Az Intézet laboratóriumait a legkorszerűbb és legtökéletesebb technikai berendezésekkel szerelik fel. Az alapvető kutatáshoz fizikai és kémiai laboratóriumokat, meteorológiai légi századot, kutatórepülőgépeket, magaslégköri rakétákat és mesterséges holdakat; az elektromágneses sugárzás tanulmányozásához és a rádióaktív izotópok felhasználásához megfelelő eszközöket kapnak. Az állam 50 millió dollárt ad öt évre az Intézetnek a tudósok fizetésének fedezésére.

A tudomány fejlődése következtében tudományos téren mindenütt emberhiány van. Az utánpótlás nem megfelelő, ezért a következő években a tudományos kutatások nem fognak olyan jól haladni, mint tervezték. A meteorológiában még súlyosabb a helyzet. A bizottság számlálása szerint az Egyesült Államokban 7000 meteorológus és kb. 1000 meteorológus tanuló van. Ez a szám más tudományágak létszámához viszonyítva elég kicsi. Kétharmad részük katonai vagy polgári kormányalkalmazott. A megmaradt egyharmad rész az iparban, a magánvállalatoknál, a hajózásnál és az egyetemen dolgozik. Az életkoreloszlás rendkívül kedvezőtlen. A meteorológusok 33% a 35–40 éves és ezeken kívül csak igen kevés fiatal és idős szakember van. Ha ez az állapot továbbra is fennmarad, akkor 25–30 év múlva szinte elnéptelenedik a meteorológusok tábora, hacsak nem hoznak szigorú intézkedést arra, hogy a rendelkezésre álló státusokat csakis fiatalokkal töltsék fel.

A tudományos emberek az Egyesült Államokban elég jól keresnek. Átlagos évi fizetést tekintve a fizikusok 7275, a meteorológusok 6050, a csillagászok pedig 5950

dollárt kapnak. Ez a kép azonban rögtön megváltozik, ha kiválasztják a doktori fokozattal rendelkező és a doktori fokozattal nem rendelkező tudományos munkatársak kerését. A meteorológus doktorok fizetése egyenlő a fizikus doktorokéval és legmagasabb a tudományágak között: évi 7850 dollár. A bizottság határozata ezt a tényt többször megemlíti, mivel — véleményük szerint — így a fiatalok jobban törekednek a doktori fokozat elnyerésére. Ez azért is szükséges, mert az egyéb tudományok doktoraihoz képest elenyészően kevés meteorológiai doktor van. Míg más tudományágakban a szakemberek 45—55%-a rendelkezik doktori fokozattal, addig a meteorológiában mindössze 8%-a. Ennek megfelelően a doktori fokozattal nem rendelkező tudományos munkatársak száma a meteorológiában a legnagyobb: 24%, egyéb tudományágakban átlag 1—2%. Ezekből az adatokból az tűnik ki, hogy a meteorológiai státusokba kevésbé képzett emberek kerültek. Az egyetemről kikerülő fiatalok más pályára mennek, legnagyobb részük csak a televízióból, a rádióból és a vicclapokból ismeri a meteorológiát. A bizottság ezért fontosnak tartja, hogy az egyetemi hallgatókat megismertessék a légkörtannal és így jobban biztosítható az utánpótlás. Ehhez azonban képzett meteorológus tanárok kellenek, mégpedig jóval nagyobb számban, mint jelenleg. A határozat előírja, hogy a Nemzeti Tudományos Alap adjon támogatást a meteorológus tanároknak, hogy teljes munkaidejüket a tanításra és meteorológiai tankönyvek írására fordíthassák.

A meteorológiai kutatás és a rendelkezésre álló munkaerő áttekintése után a bizottság megvizsgálta az új munkaerő-nevelés konkrét feladatait. Megállapította, hogy az egyetemi meteorológiai tananyagot részletesen át kell vizsgálni, és új alapokra kell helyezni az oktatást az új szemlélet szerint. Ez annál inkább szükséges, mert egyes vezető tudósok még ma is azt vallják, hogy az időjelző rutin és a szubjektív előrejelzés eredményesebb, mint a bonyolult matematikai alapon nyugvó számítás. A földtudományi karok hallgatói, beleértve a meteorológusokat is, először kapjanak klasszikus fizikai képzést, de ne hiányozzék tananyagukból a légköri kémia és fizika oktatása sem. Egyes egyetemek adjanak hallgatóiknak meteorológus-mérnöki diplomát. Már az egyetemen nyújtának alkalmat a hallgatóknak arra, hogy a nekik legjobban tetsző témára specializálódjanak. Ügyeljenek arra, hogy a hallgatók a meteorológiai tudományos szempontból tanulmányozzák, ne váljanak gépies prognosztizőrökké. Az egyetemek már régóta kérnek meteorológiai tankönyvet,

de ez még maig sem készült el az anyagi támogatás hiánya miatt. Sürgős intézkedést kell tenni, hogy a Nemzeti Tudományos Alap kellő tiszteletdíjat tűzzön ki a nőnyv szerzőinek.

Az ifjú meteorológusok toborzásának nagy akadályá az észtöndíjak és a tudományos társasági tagságok elégtelensége. Más tudományágakban nagyobb lehetőség van tudományos tagságra, mint a meteorológiában. A Nemzeti Tudományos Alap az elmúlt hat évben kb. 900 doktori és kari tagsághat csak hatot juttatott a meteorológusoknak. Az Időjárási Hivatal eléggé alacsony szintű továbbképzését vegyék át az egyetemek, és emeljék magasabb színvonalra. A nem egyetemi szintű nevelésben az Amerikai Meteorológiai Társaságnak kell szerepet vállalnia. Népszerűsítse a meteorológiát az elemi és középiskolákban, a kollégiumokban és egyéb intézményekben, ahol erre lehetőség van. Az amatőr-lapokban ne csak népszerű, hanem tudományosabb jellegű cikkeket is közöljenek és indítsanak vitalevelezést az amatőrökkel. Rádió, televízió és filmelőadások keretében ismertessék a meteorológia problémáit és eddigi eredményeit.

A fiatal korát élő meteorológia helyet követel magának a többi tudományok között. Az egységes tudományos irányítás azonban igen nehéz, mert Amerikában a meteorológusok meglehetősen széttagoltan dolgoznak. Az ország különböző részein működő időjárási hivataloknak, irodáknak és magánintézeteknek csak anyai kapcsolatuk van egymással, hogy mindegyik meteorológiával foglalkozik. Sok vállalatnál és magánintézetnél találunk „címzetes” meteorológusokat, akiknek semmiféle képesítésük nincs, csak éppen meteorológusnak vallják magukat.

A meteorológus hallgatók nyolc egyetemen nyerhetnek doktori címet, tizen-négy egyetemen nem adnak a diplomához doktorátust. Összesen kb. 100 egyetemen és főiskolán van meteorológus és klimatológus képzés, de a legtöbb helyen csak speciális kollégiumok keretében tanítanak meteorológiát. Tíz egyetemen levelező meteorológus tagozat van. Ezenkívül vannak még szolgálati iskolák, ahol a tanulók nem kapnak tudományos képesítést, hanem gyakorlati szakembereket nevelnek belőlük az időjárási hivatalok, a hajózás és a légiközlekedés számára.

E széttagolt nevelési és kutatási rendszer a korszerű tudományos kutatás és operatív szolgáltatás követelményeit nem elégíti ki. Ezért vált szükségessé a fenti irányelveknek megfelelő egységes irányítás megvalósítása.

Dunay Sándor

Magaslégköri nedvességmérés száraz-nedves hőmérőpárral

Az aerológiai szolgálatok feladata, hogy mindig több és pontosabb adatokat szolgáltatassanak a magaslégkör meteorológiai viszonyairól. A légkör állapotát vizsgáló rádiószondák mérőelemei közül a nedvességmérő elem rendelkezik a legnagyobb pontatlansággal. A levegő relatív nedvességének meghatározását általában hajszálas higrométerrel végzik. Hosszú ideig a rádiószondák higrométereiben is hajszálakat alkalmaztak, de az utóbbi időben már más higroszkópos anyagokat használnak. A hajszálakat azért kellett mellőzni, mert a felsőbb légkör alacsony hőmérsékleti viszonyai között nagyon pontatlanul működnek. Az új mérőanyagok keresése közben felvetődött a gondolat, hogy — a talajon igen pontos mérést biztosító — száraz-nedves hőmérőpár alkalmazásával kellene pontosabbá tenni a rádiószondás nedvességmérést.

A nedvességmérésnek ezt a módját választották a *Schulze—Sittel—Menzer* által szerkesztett frekvencia-rádiószondában. Termométernek egy kondenzátort alkalmaztak, amelynek szilárd dielektrikum a hőmérsékletváltozás hatására megváltoztatja a kondenzátor kapacitását. A nedves hőmérő, a száraz hőmérővel nagyságban és minőségben teljesen megegyező kondenzátor, amelyet nedves muszlinnal vontak be. A talajon regisztrált száraz és nedves hőmérsékleti értékekből pszichrométer táblázat segítségével meghatározható a relatív nedvesség.

Az *indiai* rádiószonda méréseknél ma is alkalmazzák ezt a módszert. Itt egy bimetall és egy muszlinnal bevont másik bimetall a két mérőelem. A nedvesített bimetall egy kis tartályból, szívószál segítségével pótolja az időközben elpárolgott nedvességet. A tartályban alkohol és desztillált víz 3 : 7 arányú keveréke van, amely —15 C°-ig biztosítja a nedvesített bimetall megfelelő működését. A kiegészítés itt is a már említett módon történik.

A módszer feltételezi a ballon egyenletes emelkedését; pontosabban a száraz-nedves hőmérőpár ventilációs sebességének állandóságát, mivel jelen esetben ez pótolja az aspirációt.

Mint látható, a magaslégköri nedvességmérésnek ez a módszere teljesen megegyezik a talajon alkalmazott pszichrometrikus nedvességméréssel, tehát a módszer vizsgálatát itt kell kezdeni.

A nedvességmérés feladata, hogy meghatározzuk a gázelegyben — pl. levegőben — levő víz mennyiségét. A meteorológiában leggyakrabban a relatív nedves-

ségen keresztül határozzuk meg a vízgőztartalmat. A relatív nedvesség:

$$U = \frac{e}{E} 100\%$$

A nedvességmérés feladata a légkör egy pontjában a párányomás (e) és telítési párányomás (E) viszonyának meghatározása. Mivel a *Magnus* formula szerint a telítési párányomás:

$$E = 4,58 \cdot 10^{\frac{7.45t^\circ}{235+t^\circ}}$$

tehát csak a hőmérséklet (t) függvénye, ezért a relatív nedvesség fizikailag csak akkor mérhető reálisan, ha a pontos hőmérsékleti értéket is ismerjük. A víz — megfelelő feltételek mellett — túlhűlhet. A szabadlégkörben —20 C°-ig, ritkább esetben —34 C°-ig is maradhat cseppfolyós állapotban víz.

A hőmérsékletmérés pontosságát és a víz halmazállapotát olyan körülményeknek tekintették, melyek alátámasztják a száraz-nedves hőmérőpárral történő nedvességmérés létjogosultságát.

1888-ban *Sprung* kidolgozta a tényleges párányomás gyakorlati formuláját:

$$e = E' - \frac{1}{2} (t - t')$$

ahol E' a nedves hőmérőhöz tartozó telítési párányomás, $(t - t')$ pedig a pszichrometrikus különbség. Ez a formula akkor érvényes, ha a légnyomás 755 Hg mm. Ha figyelembe vesszük a gyorsan változó légnyomást is, akkor az általánosított *Sprung* formulát kell alkalmaznunk:

$$e = E' - \left[\frac{1}{2} (t - t') \frac{b}{755} \right]$$

ahol b a légnyomás értéke Hg mm-ben. A relatív nedvesség meghatározásához használt pszichrométer táblázatokat a fenti formulákkal számítják. A formula pontossága, illetve a táblázat használatának pontossága kizárólag a hőmérséklet meghatározásának pontosságától függ. A pszichrométerek hőmérőit 0,2 C°-os skála-beosztással látták el, tehát azokat 0,1 C°-os pontossággal olvashatjuk le. Az alábbi táblázat azt mutatja, hogy 0,1 C°-os hőmérsékletmérési hiba, különböző hőmérsékletek mellett, hány százalék hibát okoz a nedvesség meghatározásában.

30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	C°
0,6	0,8	1,1	1,7	3,0	6,0	13,0	32,0	%

Természetesen ez nemcsak a higanyos hőmérőkre, hanem a bimetallokra is érvé-

nyes hiszen a nedvességmérés nem a termométernek, hanem a hőmérsékletmérés pontosságának függvénye.

Ez a táblázat bizonyítja, hogy száraznedves hőmérőpárral történő nedvességmérés nem alkalmazható aerológiai méréseknél. A magaslégkörben főleg negatív hőmérsékletekkel kell számolnunk, ahol a nedvességmérésnek ez a módszere már nagyon pontatlan. Ezenkívül, a bimetal hőmérők $0,1\text{ C}^\circ$ -os pontossága olyan nagy követelmény, ami a sorozatban gyártott rádiószondáknál nem teljesíthető.

Mind ez ideig nem ismeretes olyan nedvességmérő elem, amely a troposzféra

egész tartományában megfelelő pontossággal mérne. A legmegbízhatóbb mérőelem — a *Frankenberger*-féle „Velox” hajszál — sem használható -30 C° alatti hőmérsékleteknél. Mivel a -35 C° -os izoterma — a mi szélességünkön — évi középben 7–8 km között helyezkedik el, ezért 7 km felett már nem veszik figyelembe a nedvességadatokat. Ahol nem „Velox” hajszálakat használnak, ott már 5 km felett abbahagyják a nedvességmérést.

Indiában azért jogosult a pszichometrikus nedvességmérés használata, mert az egyenlítő környékén elég magasán van a -15 C° -os izoterma.

Pápai László

„Kánikula“

A „kánikula” szó a magyar köznyelvben annyit jelent, mint nagymértékű nyári hőség. Eredeti, római korból eredő értelme valamivel szűkebb volt, mert naptárilag megkötött időpontban fellépő hőséget jelentett („*dies caniculares*”), de jelentésének ez az árnyalata már teljesen feledésbe merült. A *tudományos nyelv* nem használja a „kánikula” kifejezést sem a szakközleményekben, sem a nyilvános időjárási jelentésekben. Az előrejelzések szövegében melegekről, fülledtségről, hőségről, olykor kivételes hőségről beszélünk. Ezekkel a nyári meleg időjárás minden árnyalata szabatosan és félreértés nélkül leírható, ezért a „kánikula” szó használatának hiányát sohasem érezzük.

Más a helyzet a *napisajtó* nyelvében, ahol a kánikula időnként ma is felbukkan. Ennek nyomán a köznyelvben, a mindennapi beszédben is tovább él ez a kifejezés, sőt újabban még bizonyos tartalmi változáson is keresztülment. Egyesek például úgy képzelik, hogy a kánikula nemcsak nagy meleget, hanem egyúttal teljes felhőtlen-

séget is jelentene. Ez persze nem fedi a szó eddig elterjedt jelentését. Jellemző erre az értelemváltozásra (vagy inkább fogalomzavarra) a következő eset. Folyó évi június 26-án egyik reggeli napilap a Meteorológiai Intézettől kapott értesülését (amely szerint a meleg növekedésére van kilátás) azzal a hangzatos címmel látta el, hogy kánikula jön. Valóban, június 26-án Budapesten és az ország nagyrészében az előző napinál erősebb volt a nappali fölmelegedés és a meleg idő 27-én, valamint 28-án is tovább tartott. Ennek ellenére jún. 27-én többen panasszal fordultak az Intézethez. Kifogásolták a teljesen bevált előrejelzést, mert az égbolton felhők mutatkoztak, ami szerintük nem fér össze a kánikula fogalmával.

Ez az eset is bizonyítja annak az elvnek a helyességét, hogy az Intézet csak teljesen közérthető kifejezéseket használ a prognózisában, és következetesen mellőz minden olyan megjelölést, mint a „kánikula”, amely többféle értelmezésre adhat alkalmat.

Aujeszky László

SIMOR FERENC: Az advekeiós és a sugárzási hatás visszatükröződése a hőmérsékleti anomáliák gyakorisági eloszlásában Magyarországon (1871—1950). Dunántúli Tudományos Gyűjtemény, 16. Series Geographica 9. A Magyar Tudományos Akadémia Dunántúli Tudományos Intézetének Kiadványa. Pécs, 1958. 161 (B/5) oldal, 15. ábra, 32 táblázat.

E munka első kísérletnek tekinthető azon az úton, amely a klasszikus klimatológia kereteiből kilépve, hazánk éghajlatát a dinamikus éghajlatlan szemszögéből, illetve módszereivel igyekszik értelmezni. A Szerző ugyanis e tanulmányában megvizsgálja, hogy a 80 évi (havi) hőmérsékleti anomáliák sorozatában a talált gyakorisági eloszlás milyen mértékben felel meg az ún. normál- (Gauss-féle-) eloszlásnak, illetve a fellelhető eltérések, az asszimmetriák, hogyan mutatnak reá éghajlatunk helyi, sugárzási- és advektív, lég-tömegváltozási tényezőire. *Simornak* sikerül — a matematikai-statisztikai, valamint a legújabb (*Péczy-féle*) makroszinoptikai kutatások segélyével — hazánk hőmérsékleti viszonyainak olyan tárgyalását megalapoznia, amelynek révén lényeges és új ismeretek szerezhetők az advektív és a sugárzási tényező szerepére és arányára vonatkozóan.

Szerencés gondolata volt e cél érdekében a gyakorisági eloszlások számításánál el térni a szokásos abszolút hőfok-lépcső (0,5 vagy 1,0 °C) alkalmazásától és a legtermészetesebb relatív mértékegység, a *szórás* arányában végezni a számításokat, nem sajnálva az ezzel járó lényeges többletmunkát.

Az éghajlatlan földrajzi szemléletének érdekében vizsgálatait hazánk 5, hosszú hőmérsékleti sorozattal rendelkező állomásának (Magyaróvár, Pécs, Budapest, Szeged és Nyíregyháza *Bacsó* által összeállított adatsorainak) anyagán végzi el és így reámutathat a Dunántúl, a Tiszántúl, valamint Dél-Magyarország és a Duna—Tisza-köze, illetve a főváros környékének eltérő sajátosságaira is. Az évi változások taglalása érdekében számításait az egyes évszakokra, illetve hónapokra is elvégzi. Külön érdeme a kiadványnak, hogy 32 táblázatban közli az alapul szolgáló 5 állomás 960 havi hőmérsékleti adatsorát, valamint a talált matematikai-statisztikai mérőszámokat és az ábrák alapanyagát. Ezek a táblázatok, valamint a használt módszer világos és pontos előadása jelentősen hozzájárulhat ahhoz, hogy *Simor* műve alapján más kutatók is bekapcsolódhassanak a dinamikus (szinoptikus-) klimatológia most kialakuló új kutatási ágazatába. A Szerző munkájának fő eredménye abban foglalható össze, hogy a hőmérsékleti anomáliák gyakorisági eloszlása nálunk legtöbbször asszimmetriát mutat, illetve jellegzetes *keverékeloszlásnak* felel meg. Ebben a matematikai tényben éghajlatunk hármas irányítottsága: a tengeri, szárazföldi, illetve helyi hatások érvényesülése jut kifejezésre.

A műben 6 oldalnyi németnyelvű kivonat, valamint 65 irodalmi utalást tartalmazó forrás-jegyzék található. Dícséret illeti a Magyar Tudományos Akadémia Dunántúli Tudományos Intézetét, hogy e munka megjelenését lehetővé tette és ezzel hozzájárult *Simor Ferenc* többéves kutatómunkájára sikeres eredményeinek nyilvánosságra hozatalához.

Berkes Zoltán

VINCZE ISTVÁN (szerk.): *Statisztikai minőségellenőrzés*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1958. 460 (B/5) oldal, 70 ábra, 13 táblázat. Ára 90,— Ft.

A könyv az ipari minőségellenőrzés statisztikai módszereire vonatkozó alapvető tudnivalókat ismerteti, de mindazok számára jól használható, akik munkájuk során matematikai statisztikai módszerekkel dolgoznak.

A munka három fő részből és egy függelékből áll. Az első rész (elméleti alapok), mely a könyv terjedelmének negyede, kitűnő matematikai statisztikai összefoglaló nem matematikus képzettségű szakemberek részére. A könyv példáit az ipar és kereskedelem területéről veszi, ennek ellenére a világos tárgyalás következtében a matematikai statisztika bármely alkalmazási területén dolgozó kutató könnyen elsajátíthatja alapján mindazt az ismeretet, amelyet munkája során gyümölcsöztetni tud. E fejezetre azért is felhívjuk a figyelmet, mert hazai irodalmunk elég szegény ezen a téren, az 1954-ben megjelent *Rényi-féle* valószínűségszámítási kézikönyv pedig nem matematikus képzettségűek részére sok helyütt túlságosan nehéz olvasmány.

A könyv ezen fejezetének jó megértését nagyban elősegítik a praktikus összeválogatott ábrák és nomogrammok. A fejezet röviden ismerteti a valószínűségszámítás alap-tételeit, majd az alapfogalmak tárgyalása után főként a szignifikancia vizsgálattal foglalkozik részletesebben és számos példán keresztül ismerteti a különböző módszerek gyakorlati alkalmazását. A fejezet az alkalmazott tételek matematikai bizonyítását nem közli, hogy ezzel is megkönnyítse a lényeg megjegyzését azok számára, akik a matematikai elméletben nem kívánnak elmélyedni, az érdeklődő olvasó azonban a Függelékben megtalálja a bizonyításokat is, sily módon a Függelék a szóbanforgó fejezet szerves kiegészítése.

A könyv második és harmadik része már speciálisan az ipari minőségellenőrzés szempontjából tárgyalja az első részben bemutatott statisztikai módszereket, s így érdeklődésünkön kívül esik. A mű ismertetett első részét mindazok figyelmébe ajánlhatjuk, akik a matematikai statisztika gyakorlati módszereit magukévá akarják tenni; véleményünk szerint e munka kitűnő segédeszköz lesz számukra.

Péczely György

PENTKOVSZKIJ, M. V.: **Nomográfia**. Az eredeti 1949-es orosz kiadásból fordította Weidinger László. 266 (B/5) oldal, 148 ábra, 3 melléklet. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1959.

A meteorológiában korlátos pontosságú számítások tömegével birkózunk. Munkánkat lényegesen megkönnyíti a nomogramok használata. Például a pszichrométeres képlet ismételt használatát jól helyettesítik a pszichrométeres nomogramok. Végeredményben a logarlás is egy általánosan elterjedt, jól használható nomogram. Azonban a nomogram adta lehetőségek távolról ismernek kihasználva szakterületünkön. Ennek oka az, hogy a nomográfiát kevesen és kevésbé ismerik. A nomográfia hasznosításában nagy segítségünkre lehet *Pentkovszkij* most megjelent kitűnő magyar kiadása. A könyv bevezető része és első fejezete a nomogramokkal általában és használatuk szabályaival ismerteti meg az olvasót. A II—VI. fejezet a leggyakoribb nomogramtípusok elméletét tárgyalja, míg a VII—X. fejezet nomogramtervezési eljárásokat ad. A megértéséhez szükséges matematikai előismeretek nem jelentenek különösebb nehézséget. A könyv két vonalon segít: egyrészt ismert nomogramok használatára tanítja meg az olvasót, amivel rengeteg számolási munkát takaríthatunk meg; másrészt felfegyverzi a kutatót arra, hogy az általa feltárt analitikus formába öntött összefüggésekhez új nomogramokat szerkeszthessen.

Remélhetőleg ez a kitűnő munka, mely *Nomographie* címen 1953-ban német nyelven is megjelent, újabb barátokat szerez a nomográfiának a magyar meteorológusok köréből is.

Felméry László

ABBOT, C. G.: **Long-range Weather Forecasting** (*Hosszúlejárátú időjárás-előrejelzés*). Smithsonian Miscellaneous Collections. Washington, 1959. Vol. 138., No. 3., 20 o., 11 ábra, 3 táblázat.

Az éghajlatkutatók és a távprognosztikával foglalkozó meteorológusok számára igen értékes Abbotnak ez a most megjelent rövid összefoglaló kis munkája. Sokéves kutatásainak leszűrt és kikristályosodott eredményeiről számol be a kis fűtet, ezért olvasása különleges élvezetet nyújt. Fontosabb megállapításait a következőkben lehet röviden összefoglalni.

Az Északamerikai Egyesült Államok területén több állomás csapadék- és hőmérsékletméréseinek sorozatát vizsgálva különböző hosszúságú szakaszosságok ismerhetők fel. Ezek valamennyien egy periódus-családhoz tartoznak, t. i. mindegyik a 273 hónapos (22 3/4 évnvi) periódusnak alharmónikusa. A fő- vagy alaperiódus (273 hónapos) érdekes módon éppen megegyezik a naptevékenység 22—23 éves *Hale*-féle periódusával. Ennél hosszabb periódus az aszályos esztendő 44 évnvi szakaszossága, bár ezen belül kevésbé jelentős aszályok a közbülső években is szabályosan (22 évenként) fellépnek.

A távidőjelzés céljaira 27 különböző periódust használ fel a szerző. Ezek közül a legrövidebb 4 és 1/3 hónapos. A periódusok ismeretében lehetővé válik az időjárás előrejelzése — legalábbis havi átlagok számára. A 6 éves időtartamra szóló eddigi előrejelzések és a tényleges adatok között 50—80%-is korrelációs együtthatót állapít meg a szerző.

Az egyes periódusok amplitúdója kis naptevékenységű időszakokban nagyobb, mint nagy naptevékenység esetén. A perióduselemzéssel készült előrejelzési kísérletek továbbfejlesztése — a számítások bonyolultságára való tekintettel — elektronikus számológépek alkalmazásától várható. (Kár, hogy — tudomásunk szerint — Európában senki sem végzett hasonló vizsgálatokat.)

Koppány György

Réthly Antal 80 éves

1959. május 5-én ünnepelte a Magyar Meteorológiai Társaság alapítójának, *dr. Réthly Antal* professzornak 80. születésnapját. Az ünneplés olyan személynek szólt, aki egész életét a meteorológia tudományának szentelte, és akinek Társaságunk is szerfölt sokat köszönhet. A magyar meteorológiai szakirodalom egyetlen orgánuma, az első világháborút követő infláció idején már három évtizedes múltta visszatekintő „*Az Időjárás*” c. folyóirat ugyanis 1924-ben költségvetési nehézségek miatt már-már megszűnt. Ekkor *Réthly Antal* kezdeményezésére és aktív közreműködésével megszületett a Magyar Meteorológiai Társaság, elsősorban azzal a kitűzött céllal, hogy a folyóiratot anyagilag kellően megalapozza. Valóban — a tagdíjak révén —, folyóiratunk további megjelenése biztosítható is volt, ugyanakkor létrejött Európa legkeletibb meteorológiai társasága is. Az 1925. január 25-én megtartott alakuló ülés elnökké *Róna Zsigmondot*, főtítkárrá pedig — ügybuzgó munkálkodásának elismeréseként — *Réthly Antalt* választotta. Ez időtől kezdve *Réthly Antal* 23 éven át úgyszólván lelke volt a Magyar Meteorológiai Társaságnak.

Ha csak ennyit tett volna valaki a meteorológia tudománya és a Társaság érdekében, akkor is méltán emlékeznénk meg születésének 1959. május 3-án volt nyolcvanadik évfordulójáról. *Réthly Antal* azonban ennél sokkal többet tett és tesz még ma is tudományunk érdekében. 1900. január 15-én lépett az Országos Meteorológiai Intézet szolgálatába, s itt közel 48 és fél éven át működött a meteorológia, ezen belül pedig a klimatológia felvirágoztatása érdekében. 1910-ig ugyan a földrengéstudományak művelője (doktori disszertációja is e tárgyból való), de mint a Klimatológiai osztály tagja, egyre behatóbban foglalkozik éghajlattannal. Haladását e témakörben jelzi, hogy 1922-ben megjele-

nik az *Időjárás és éghajlat* c. 200 oldalas műve, amely mezőgazdasági jellegű főiskoláinknak sokáig tankönyve volt. E munkának bővített kiadása 1938-ban jelent meg, *Időjárás-éghajlat és Magyarország éghajlata* címmel, amely ismét egy évtizeden át szolgálta a felsőoktatásban a klimatológia tanítását. Ezirányú munkásságának elismeréseként 1923-ban a Közgazdaságtudományi Egyetem magántanára, majd 1943-ban a Műszaki Egyetem Mezőgazdasági Karának c. ny. rendes tanára lett.

1934-ben kapott megbízatást igazgatóként a Meteorológiai Intézet vezetésére. 1939-ben a korhatár elérésével nyugdíjazták ugyan, az Intézetet azonban továbbra is ő vezette, 1948-ban történt végleges nyugdíjaztatásáig. Igazgatói ténykedésében mindig tökéletesen össze tudta hangolni a meteorológiai szolgálat érdekeivel a Magyar Meteorológiai Társaság ügyeit: 1945-ben például másodszor mentette meg folyóiratunkat az infláció kihatásaitól; sikerült ugyanis a lap megjelenetéséhez szükséges anyagi fedezetet az Intézet költségvetésében biztosítani. Ettől kezdve vált az *Időjárás* egyúttal az Orsz. Meteorológiai Intézet hivatalos lapjává is.

Folyóiratunkat azonban nemcsak anyagi téren pártfogolta még azzal is, hogy szerzői-szerkesztői honoráriumát mindenkor a Társaságnak ajánlotta fel, hanem szellemi vonalon is mindent elkövetett a folyóirat fejlesztéséért: Igen sok kisebb-nagyobb cikke, tanulmánya jelent meg az elmúlt öt évtized folyamán az *Időjárás* oldalain. Egyebütt is kifejtett nagyarányú szakirodalmi munkásságának termékei közül most csak az 1945-ben megjelent „*Debrecen csapadék viszonyai*” címűt említjük, amely betetőzése volt az Alföld kiszáradása körül zajló vitának. 90 évi homogén megfigyelési anyag segítségével kimutatta ugyanis, hogy a csapadék mennyisége — eltekintve az éghajlat-ingadozásoktól — lényegesen

nem változott meg a belvizek, mocsarak, lápok lecsapolása után sem. Másik igen értékes munkája az 1947-ben megjelent „*Budapest éghajlata*”, amely első korszerű összefoglalója fővárosunk éghajlatának és egyben nagyszerű adattár, szinte nélkülözhetetlen forrásunk a további kutatásokhoz. Különösen értékesek hosszú egymemű sorozatai a légnyomás, a hőmérséklet és a csapadék havi értékeire vonatkozólag.

Réthly Antal nyugalomba vonulása után sem maradt tétlen. A Magyar Tudományos Akadémia kiadásában már 1952-ben megjelent a „*Kárpát-medencek földrendései (455–1918)*” c. gyűjteményes katalógusa 512 oldalon, amivel tulajdonképpen első és kedvelt tárgyához tért vissza. Munkája elismeréseként az Akadémia Geofizikai Főbizottsága tagjává választotta. A Tudományos Minősítő Bizottság pedig ugyanazén évben a földrajz-tudományok kandidátusává minősítette.

Az utóbbi években a hazai *sarkifény-megfigyelések* összegyűjtésével foglalkozott és készen áll a *régi magyar időjárás megfigyelések* gyűjteménye is. Remélhető, hogy ezeknek kiadására mielőbb sor kerül. E témakörből választotta egyébként a tiszteletére rendezett ünnepi ülésen felolvasott előadását is.

Sokáig foglalkozhatnánk még *Réthly Antal* munkásságának egyes állomásaival, ágazataival. Nem említettük még a Magyar Földrajzi Társaság, a Természettudományi Társulat vagy a turistaság és alpinizmus érdekében végzett munkásságát sem. Nem lehet célunk azonban szorgalmas és értékes munkásságának hiánytalan felsorolása, annál inkább sem, mert magas kora ellenére olyan fiatalos munkakedvvel és munkaerővel rendelkezik, ami reményleni engedi, hogy sokszor lesz még alkalmunk kiemelkedő eredményeiről megemlékezni. Ez alkalommal csak vázolni szeretnénk volna azt a hatalmas, sokrétű tevékenységet, amelyet ő a meteorológia tudománya, az Intézet és nem utolsósorban Társaságunk érdekében tett.

Tanítványai nevében azonban szeretnénk még megemlékezni arról a kiváló tulajdonságáról, amellyel mindenkor legfontosabb feladatának tartotta a meteorológus utánpótlás biztosítását, valamint a magyar meteorológiai szolgálatban az új, korszerű kutatási ágak bevezetését. Igazgatói megbízatásának első napjaitól kezdve sikerült az egyetemről kikerülő, akkor még javarészt fizikus-matematikus tanári végzettségű, — de elhelyezkedni nem tudó — fiatalokat az Intézet munkájába bevonni. Fáradhatatlan, kitűnő irányításával, soha nem szűnő lelkesítésével ezek a fiatalok az Intézetben elsajátították a meteorológia tudományának egyes ágazatait és ma

is az Intézet osztályvezetői törzskarát alkotják. A fiataloknak külföldi ösztöndíjat is igyekezett szerezni. Így kerülhetett sor pl. egy berlini tanulmányút révén, már 1936-ban, a *sugázmérések* hazai bevezetésére, majd pedig 1942-ben, római ösztöndíj segítségével, az *agrometeorológiai kutatások* megindítására. A felszabadulás után megalakította a Meteorológiai Intézet *távidőjelző* osztályát, ahol megkezdődhetett hazai sajtószámainknak megfelelő hosszabbtartamú előrejelzések módszerének kidolgozása, majd gyakorlati bevezetése.

Sokat tevékenykedett a meteorológiának tudományegyetemen létesítendő tanszéke érdekében: különösképpen a Meteorológiai Társaság útján, társadalmi vonalon szorgalmazta az önálló meteorológiai tanszék létrehozatalát a meteorológiai közműveltség fejlesztése, ill. kialakítása érdekében. Igen nagy érzéke volt ahhoz, hogy a fiatal szakemberek érdeklődését megfelelő irányba terelje, valamint ahhoz, hogy munkatársait tehetségüknek megfelelő helyre állítsa.

Sok-sok mindenről beszélhetnénk még (külföldi kapcsolatok megteremtése, Törökország meteorológiai szolgálatának megszervezése, törzskarométerek nemzetközi összehasonlítása, földmágnességi obszervatóriumok létesítése Ógyallán, majd Buda-keszin, az intézeti hivatalos kiadvány-sorozatok felújítása stb.), de most főként a Magyar Meteorológiai Társaság és folyóiratunk érdekében kifejtett munkásságának értékelését óhajtottuk előtérbe helyezni. Úgy véljük, a fenti hézagos beszámoló is bizonyítja, hogy a Társaság méltán ünnepelte *Réthly Antalt* 80. születésnapján.

Ez alkalommal az ő szívének oly kedves folyóirat szerkesztő bizottsága, tanítványai és minden bizonnyal olvasóinak nevében is azt kívánjuk *Réthly* professzornak, hogy még egy-két évtizeden át folytathassa semmivel sem pótolható szorgalmas gyűjtéseit, feldolgozásait. Ehhez jó egészséget és sok szellemi erőt kívánunk neki e helyen is!

* (Berkes Zoltán)

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG ÜNNEPI ÜLÉSE. 1959. május 5-én ünnepi ülésre gyűlt össze az Országos Meteorológiai Intézet kultúrtermében a Magyar Meteorológiai Társaság, hogy tanítványai, volt munkatársai, barátai és a Társaság mai tagjai körében köszöntse a Társaság szervezőjét, s egyik alapítóját, a 80. születésnapját ünneplő *Réthly Antal* professzort.

Az ünnepi ülés előadójaként *Réthly Antal* „Régi időjárás megfigyelések és elemi csapások” című, kéziratban most befeje-

zett művéből olvasott fel részleteket. Nagy mennyiségű adat, tízezernyi följegyzés, rendkívüli időjárási eseményhez fűződő élmény és szorgalmas, kitartó levéltári, irattári, könyvtári munka van az előadás alapjául szolgáló kézirat mögött, amely gazdag és bizonyára sokszor kézbevevett forrásmunka lesz az utódok számára.

Az előadás befejeztével *Dési Frigyes* egyet. tanár, a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke, a magyar meteorológusok nevében köszöntötte a Meteorológiai Társaság alapító tagját, ill. első főtitkárát, s az Országos Meteorológiai Intézet volt igazgatóját. *Bartha György* a Magyar Geofizikai Társaság képviselőjében emlékezett meg *Réthly Antal*nak a geofizikai tudományok terén végzett eredményes működéséről; régi tanítványként is melegen üdvözölte mesterét. *Bendffy László* az írásos és szóbeli, az elméleti és gyakorlati irányítást méltatta, amelyet a magyar geodéták *Réthly* Antaltól a meteorológia tudományában kaptak. *Kéz Andor* a Magyar Földrajzi Társaság munkás, aktív tagját köszöntötte az ünnepelt személyében, aki a Földrajzi Társaság életének minden megnyilvánulásában kezdeményező készséggel vett részt. *Németh Endre* a hidrológusok tiszteletét és jókívánásait tolmácsolta, akik — mint üdvözlő szavaiban mondta —, szintén sokat köszönhetnek a meteorológusok ünnepelt mesterének. Annak a széles körben elterjedt véleménynek, amely szerint a magyar Alföld éghajlata a vízimérnökök munkája nyomán vált volna szárazabbá, *Réthly* Antal bizonyította be tarthatatlan voltát.

Réthly Antal meghatott szavakkal mondtott köszönetet a Társaság elnökségének és a tudományágak képviselőinek az elismerő, baráti szavakért és szerencsekívánatokért.

Az ünnepi ülés befejezéseként az elnöklő *Dési* professzor a zsúfolt előadóterem hallgatóságának tapsviharától kísértén nyújtotta át *Réthly* Antalnak a magyar meteorológiai kutatás érdekében kifejtett munkássága elismeréseként a „*Steiner Lajos-émlékérem*” első példányát. (V. E.)

*

„AZ ALBÁN NÉPKÖZTÁRSASÁG
HIDROMETEOROLÓGIAI SZOLGÁLTATA”
címmel tartott előadást *Böjti Béla* tud. segédmunkatárs a Magyar Meteorológiai Társaság „Róna Zsigmond” Tovább-

képző Körének 1959. május 14-i előadóülésén. *Böjti Béla* közel két évig tartózkodott Albániában, így átfogó képet kaphattunk az ott folyó meteorológiai munkákról. A szolgálat felépítését, feladatát, történetét nemcsak szóban, hanem dokumentumokon keresztül is megismerhette a hallgatóság. Az előadó beszámolója második részében általánosabb vonatkozású kérdésekről (tájleírás, úti élmények, népszokások stb.) beszélt, melyet vetített képek bemutatása követett. A gazdag tartalmú és jól felépített előadást több hozzászólás zárta be. (A. P.)

*

AGRO- ÉS BIOMETEOROLÓGIAI TANULMÁNYÚT A SZOVJETUNIÓBAN.

1959. május 24-én tanulmányútra ment a Szovjetunióba az Országos Meteorológiai Intézet két munkatársa: *Szilágyi Tibor*, az agrometeorológiai osztály mb. vezető-helyettese és *Gajzágó László*, a biometeorológiai osztályra beosztott tudományos s. munkatárs. A tanulmányút a magyar-szovjet műszaki-tudományos együttműködés keretében került lebonyolításra és célja az agrometeorológiai kutatómunka, az agrometeorológiai és mikroklimatológiai kutatóműszerek és az agrometeorológiai szolgálat szervezeti felépítésének vizsgálata, továbbá az erdőgazdálkodás területén végzett biometeorológiai kutatások, a növény- és állatkártevők meteorológiai, az istállózó állattenyésztés éghajlati és mikroklimatológiai problémáinak tanulmányozása volt. Moszkvában a Tyimirjázjev-Akadémián megtekintették az agrometeorológiai, alkalmazott klimatológiai, növényfenológiai, állathigiéniai és fitopatológiai tanszékeket, valamint az izotóp-laboratóriumot, a talajtani múzeumot és a mezőgazdasági kiállítást. Leningrád több intézetében és obszervatóriumában alkalmuk volt az irodalomból jól ismert neves meteorológus kutatókkal személyes eszmecsere-t folytatni és a mikroklimatológiai műszertervezéssel és szabaföldi kísérletekkel is megismerkedni. A Moszkvában és Leningrádban töltött 1—1 hét mindkét szakember számára renklíven kívül hasznos és tanulságos volt. Aránylag rövid idő alatt személyesen győződhetek meg a szovjet agro- és biometeorológiai kutatómunka igen magas színvonaláról, gazdag műszerfelszereléséről és a kutatási módszerek fejlettségéről. Munkatársaink értékes tapasztalatok birtokában tértek haza június 8-án. (B. J.)

592839 Athenaeum Nyomda, Budapest — Megjelent 850 példányban

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

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG PÁLYÁZATI HIRDETMÉNYEI

I. Szakirodalmi pályázat

A Magyar Meteorológiai Társaság a meteorológiai kutatások elmélyítése, a magyar meteorológiai szakirodalom további fejlesztése érdekében az 1959. évre is pályázatot hirdet, *önálló, tudományos értékű dolgozatok megírására*. Pályamunkák nyújthatók be a gyakorlati alkalmazások érdekeit előmozdító meteorológiai kutatások területéről.

A legjobb pályamű díja 2000 Ft. Ezen kívül a további két legjobb pályaművet 1000–1000 forinttal jutalmazza a Társaság, fenntartva azt a jogát, hogy a pályadíjakat megosztva adja ki.

Pályázati feltételek:

1. A pályaművek terjedelme legfeljebb 1 szabvány iv (40 000 n, kb. 20 gépelt oldal).
2. Az MNOSZ 9651-51 „Nyomdakézirati Szabvány” előírásai szerint, 2 példányban leírt *jellegű pályaművek benyújtásának határideje: 1959. október 15.*
3. A szerző nevét és címét tartalmazó lezárt boríték kíséretében benyújtandó pályaművek postai úton küldendőek be a *Társaság Titkárságának címére (Bp. II. Kútaiban Pál u. 1.).*
4. A díjnyertes dolgozatok kiadásának joga a Társaságot illeti.

II. Fénykép-pályázat

A Magyar Meteorológiai Társaság pályázatot hirdet időjárás jelenségeket ábrázoló, vagy az időjárás hatásait feltüntető olyan művészi színvonalú fényképfelvételek jutalmazására, amelyek nyomdai sokszorosításra alkalmasak és tudományos, vagy ismeretterjesztő szempontból értékesek.

Pályázati feltételek:

1. A pályázatra olyan meteorológiai tárgyú fényképfelvételek küldhetők be, amelyek kiadási és tulajdonjoga felett a beküldő teljes mértékben rendelkezik.
2. A Társaság címére beküldött fényképeken pontosan feltüntetendő a felvétel helye, időpontja (év, hó, nap, lehetőleg az óra is, vagy legalább a napszak) és tájképeknél az égtáj is, amely felé a felvétel készült. A fényképeken, valamint a lezárt borítékon — amelyben a szerző neve és címe szerepel — fel kell tüntetni a jellegét.
3. A pályázó a kép beküldésével aláveti magát a pályázati feltételeknek, különösen pedig beleegyezését adja, hogy a képeket a Társaságtól nem kapja vissza, továbbá jogosult a képeket saját, vagy az Országos Meteorológiai Intézet helyiségeiben a felvevő nevét feltüntető címkével ellátva kifüggeszteni, a Társaság, vagy az Országos

Meteorológiai Intézet bármely kiadványában a szerző nevének feltüntetésével közzétenni.

4. A pályázatra beküldendő képek mérete 9×12, vagy 18×24 cm.
5. A tudományos és ismeretterjesztő szempontból kiemelkedő értékű képek pályadíjai:
1 db első díj 400 Ft
1 db második díj 200 Ft
2 db harmadik díj à 100 Ft, s további
4 képet 50–50 forinttal jutalmaz a Társaság. Hasonló értékű felvételeknél előnyben részesülnek azok, amelyekhez a pályázó az eredeti felvétel negatívját is mellékelte. A Társaság fenntartja magának azt a jogát, hogy a pályadíjakat megosztva adja ki.
6. A pályázatra beküldött képek mindenemű szerzői és tulajdonjoga a 3. pont alatt említettek felül is a Társaságra száll át.
7. A jellegű pályamunkák *beküldésének határideje: 1959. október 31.*

Mindkét pályázat eredményeinek kihirdetésére, valamint a jutalmak kiosztására 1959. november második felében, a Társaság nyilvános ülésén kerül sor.

Budapest, 1959. február hó.

Titkárság

INHALT — SOMMAIRE — CONTENTS — СОДЕРЖАНИЕ

<i>Krastanov, L.—Jordanov, D. (Sofia)</i> : Heat flow of the free convection in the atmosphere	129
<i>Bucsy J.</i> : Высокоскоростные воздушные течения над Будапештом	135
<i>Barow, W. B. (Sofia)</i> : Average air-transfer profiles over the Plain of Sofia	147
<i>K. Tóth, E.</i> : Теплообмен атмосферных слоев, находящихся над различными почвами в площади озера Балатон	154
<i>Szakály, J.—Szilágyi, T.</i> : Einzige Angaben zum Klima eines Gewächshauses	159
<i>Rákóczi, F.</i> : An experiment to the forecasting of night-cooling by means of Reuter's method	165
<i>Kiss, I.</i> : Проблема запала риса (пирикулярриоз риса) и погода	167
<i>Mezősi, M.—Simon A.</i> : Recording of the potential gradient	173
<i>Adámy, L.</i> : Air waves over mountains	174

REVIEW

On some problems of the jet-streams (<i>Mohácsi, M.</i>)	178
Meteorological tasks in the Seven-Year Plan of the Soviet Union (<i>Aujeszky, L.</i>)	181
Meteorological research work and meteorological training courses in the U. S. A. (<i>Dunay, S.</i>)	185
Upper-air humidity measurement by the aid of dry and wet bulb thermometers (<i>Pápai, L.</i>)	186
"Hot spell" (<i>Aujeszky, L.</i>)	187

LITERATURE

<i>Simor, F.</i> : Reflection of the advection- and radiation-effect in the frequency distribution of temperature anomalies in Hungary (<i>Berkes, Z.</i>)	188
<i>Vincze, I. (edit.)</i> : Statistical quality-control (<i>Pécze, G.</i>)	188
<i>Pentkovskij, M. V.</i> : Nomografia (<i>Felméry, L.</i>)	189
<i>Abbot, C. G.</i> : Long-range Weather Forecasting (<i>Koppány, G.</i>)	189

CHRONICLE	190
-----------------	-----