

# IDŐJÁRÁS

---

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

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

FELELŐS SZERKESZTŐ:

**DÉSI F. (BUDAPEST)**

SZERKESZTŐ:

**KAKAS J. (BUDAPEST)**

70. ÉVFOLYAM

**5**

1966. SZEPTEMBER—OKTÓBER

---

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET  
HIVATALOS LAPJA

INDEX 26,361

# IDŐJÁRÁS

ПОГОДА

WEATHER

TEMPS

WETTER

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET HIVATALOS LAPJA

## TARTALOM

Mészáros Ernő: A légköri aeroszol kémiai összetétele a szubmikroszkópikus nagyságtartományban (angol nyelven) .....	257
Simon Antal: A légkör mesterséges eredetű béta-radioaktivitása Budapesten 1961—65-ben.....	261
K. J. Kondratyev (Leningrád): A meteorológiai műholdak felhőfényképeinek szinoptikai elemzése (II.) .....	266
Adámy László: Statisztikai módszer a kisugárzási kód előrejelzésére.....	276
Ventura Eduárd: Inverziók kapcsolata a légszennyeződéssel.....	285
Kapovits Albert: Erős repülőgép-dobálást kiváltó magaslégköri örvénylés.....	294
Berkes Zoltán: Hideghullám kialakulásának izallobárikus szerkezete .....	299

## Irodalom

Szulakvelidze, G. K.—Bibilasvili, N. S.—Lapcseva, V. F.: A csapadék képződése és a jégeső képződésére vezető folyamatok mesterséges módosítása (Mészáros Ernő).....	303
Blüthgen, J.: Általános éghajlati földrajz (Záchné Ruthner Mária) .....	304
Dütsch, H. U. (szerk.): Az 1964. Albuquerque-i ózon-szimposium értekezései (Borbély Edit)....	304
Eisenbud, M.: Környezeti radioaktivitás (Simon Antal).....	306

## Krónika

Tor Bergeron 75 éves (Sz. P. Hromov) — Hajósy Ferenc nyugalomba vonult (Kakas J.) — Új meteorológiai obszervatórium Keszthelyen (Micheller I.) — A Magyar Meteorológiai Társaság XII. vándorgyűlése és meteorológiai kiállítás Esztergomban (Szakály J.) — Az UNESCO első agrometeorológiai szimpóziuma (Varga-H. Z.) — Nukleáris meteorológiai konferencia a Litván SzSzK-ban (Simon A.) — A légiútvonalklimatológiai szerkesztő kollégium második ülése (Ozora Z.) — A domborzat időjárást alakító hatásának koordinált kutatása (A. Koflanovits E.) — Felhőfizikai tanulmányút Csehszlovákiában (M. Nagy Á.) — Osztrák meteorológusok Budapesten (Ozora Z.) — Nemzetközi Océanográfiai Kongresszus Moszkvában (Péczely Gy.) — A „GHOST”-program kísérleti felszállásai a déli féltekén (Borbély E.) — Műszaki tanulmányút Bulgáriában (Mezősi M.) .....	307
--	-----

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)  
MEGJELNIK KÉTHAVONKÉNT

EGYES SZÁM ÁRA 8 Ft

E. Mészáros:

## Some data on the chemical composition of atmospheric particles in the submicroscopic range of sizes

A léggöri aeroszol kémiai összetétele a szubmikroszkópikus nagyságtartományban. Méréseket végeztünk annak megállapítása céljából, hogy a léggöri aeroszol a mikroszkópikus ( $r > 0,3 \mu$ ), illetve szubmikroszkópikus ( $r < 0,3 \mu$ ) nagyságtartományokban mennyi szulfátot, kloridot, és ammóniumot tartalmaz. A mintavevéseket impaktorról és membrán szűrővel hajtottunk végre. A mérések szerint a vízben oldódó anyagok jelentős része a szubmikroszkópikus tartományban található. A tanulmány a kapott eredményeket felhőfizikai szempontból értékeli.

\*

Химический состав атмосферных аэрозолей в диапазоне субмикроскопических размеров. Были проведены измерения для определения содержания сульфата, хлорида и аммония в атмосферных аэрозолях в диапазоне их микроскопических ( $r > 0,3 \mu$ ) и субмикроскопических ( $r < 0,3 \mu$ ) размеров. Пробы были взяты при помощи импактора и мембранных фильтров. Результаты измерений свидетельствуют о том, что основная часть растворимых веществ находится в субмикроскопическом диапазоне. Полученные результаты оцениваются в настоящей работе с точки зрения физики облаков.

\*

Many efforts were made to determine the chemical composition of atmospheric aerosol. But generally the microscopic sized particles were investigated, thus „the chemical composition of Aitken particles and their main sources remain an open question” ([1], p. 157). For this reason researches were carried out to estimate directly the mass-concentration of some water-soluble materials in the submicroscopic size range.

Atmospheric particles were captured by an impactor (on clean glass slides) and membrane filters. The impactor [2] has about 50% collision efficiency in case of particles of  $r \geq 0,3 \mu$ , while the membrane filters (type: *Synthesia*, nominal pore size:  $0,85 \mu$ ) collect all condensation nuclei with a 8,3% mean penetration [3]. The samplings with the impactor and membrane filters were made simultaneously at noon-time, but during about two hours  $20 \text{ m}^3$  of air were sucked through the impactor, while only  $2 \text{ m}^3$  of air were passed through the filters. Therefore, mainly in the case of chlorides, the filter samplings were longer with some hours.

After samplings the samples were washed out by some millilitres of distilled water. The chloride and sulfate were tested nephelometrically [4], while the concentration of ammonium ions was determined colorimetrically by the help of Nessler reagent prepared according to *Egnér, Brodin and Johansson* [5].

Many tests were made previously to determine the chloride, sulfate and ammonium content of the used filters. The concentration of chloride and sulfate ions of

membrane filters was below the detection limit (about  $0,4 \mu\text{g}$  and  $0,8 \mu\text{g}$  respectively), while the filters contained roughly  $0,85 \mu\text{g}$  ammonium. This latter value was rather constant in the same package and this was considered in the calculation of ammonium concentrations of the aerosol.

When the sulfate measurements were made, the total mass-concentration of atmospheric aerosol was also determined. The total concentration of particles in the size range of  $r > 0,3 \mu$  was directly measured by a micro-chemical balance weighing to an accuracy of  $\pm 0,1 \text{ mg}$ . With this balance the error of a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  concentration, after the suction of  $20 \text{ m}^3$  of air, is  $\pm 20\%$ . On the other hand through the membrane filters only some cubic meters of air were sucked, thus the weighing was impossible in this way. For this reason daily samplings were also made with membrane filters and the mass-concentrations were determined for 24 hours. The obtained values were divided with 2,5, because it was found previously [6] that the volumetric concentration of the atmospheric aerosol measured in noontime is about only the ratio of  $1/2,5$  of the daily mean value determined from microscopic counting of particles collected by membrane filters in every three hours.

The samplings were carried out in the Aerological Observatory of Budapest during the winter months 1965—66. It is to be noted that when sulfate and ammonium concentrations were compared, to test the ammonium sulfate hypothesis of Junge [1], the membrane filter samplings were made during 24 hours.

Table I shows the mean results of ten sulfate analyses. It can be seen that only 5% of the sulfate mass is in the microscopic size range. Within this range only a small fraction of the total aerosol mass is sulfate (1,4%). On the contrary in the submicroscopic size range a large part (32%) of the total mass is sulfate. It is interesting to note that the change of sulfate values in the submicroscopic and microscopic size range was roughly parallel. This means that sulfate particles are probably generated in the Aitken size range and the sulfate content of larger particles is due to the coagulation with smaller ones.

In the case of chlorides the situation is quite different. First of all the mean chloride concentration, according to 10 measurements, is very low even in the submicroscopic size range ( $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). This means that the formation of chloride particles even in a polluted area is not very effective compared with that of sulfates. On the other side about 20% of the chloride mass is in the larger size range ( $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). This fact is due probably to maritime particles, the majority of which is generally in the  $r > 0,3 \mu$  range [7]. One day it occurred for example that the chloride mass was higher in the microscopic size range.

It is to be noted that chloride and sulfate content of microscopic particles presented in this paper are lower to a certain extent than those measured during two years in our observatory [8].

It seemed to be interesting to examine whether this rather large quantity of sulfate ions is associated with ammonium or not. To solve this problem the concentration

TABLE I. — I. TÁBLÁZAT

Total mass-concentration and sulfate content of the atmospheric aerosol in two different size ranges according to 10 measurements. The values are expressed in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

A légköri aeroszol totális tömegkoncentrációja és szulfát tartalma két különböző nagyságtartományban 10 mérés alapján; az értékek  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ben vannak kifejezve

$r < 0,3 \mu$			$r > 0,3 \mu$		
Total	$\text{SO}_4^-$	%	Total	$\text{SO}_4^-$	%
23	7,4	32	25	0,36	1,4

of both sulfate and ammonium was determined using the same filters. The obtained results are plotted in Fig. 1. It is interesting that the quantity of ammonium is far greater than the stoichiometric proportion as contrasted with Junge's findings [1]. First it was assumed that this result is due to some errors of the sampling technique: it is not impossible that filters absorb and adsorb to a certain extent the trace gases of the atmosphere. The effect of sorptions may be the most important in the case of the ammonia, which gives with water ammonium hydroxide immediately. To solve this problem some samplings were carried out, using two filters placed one after the other successively. Practically no ammonium was found on the second filter. At the same time the concentration of ammonia gas in the air was far greater than that of ammo-

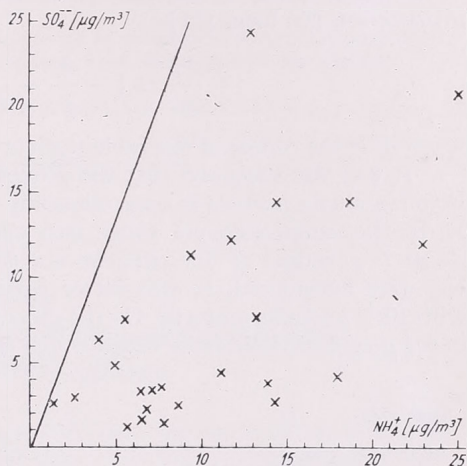


Fig. 1. Relation between mass-concentrations of ammonium and sulfate particles. The solid line gives the stoichiometric proportion

1. ábra. Az ammónium- és szulfát-részecskék tömegkoncentrációjának összefüggése. A kihúzott egyenes a sztöchiometrikus arányt jelenti

nium on the first filter. Moreover, according to 10 measurements, in the samples collected by glass slides of the impactor, the ratio of ammonium ions to sulfate ions was about the same (2,60) than in filter samples. That is the greater ammonium concentrations may be considered real and this fact is due probably to some local sources.

Of course this result does not mean that the hypothesis of Junge is not valid. This means that the ammonium can be associated with other anions too (most probably with hydroxide ions). It is also interesting to remark that in precipitation waters collected in our observatory during two years there is always a sulfate excess ( $NH_4^+ / SO_4^-$  is about 0,1—0,2), which is caused, according to these measurements, by gaseous sulfure components.

It is to be noted that five measurements were carried out to determine the mass-concentration of ammonium particles too in the submicroscopic and the microscopic size range: 11,3  $\mu g/m^3$  and 1,0  $\mu g/m^3$  were found respectively.

Unfortunately the total mass-concentration of the atmospheric aerosol was not determined simultaneously with the ammonium samplings. But it can be estimated (see also the data of Tables I) that in submicroscopic range of sizes an important part of the total aerosol mass is composed of ammonium and sulfate.

There is a considerable body of evidence suggesting that large nuclei are mixed in such a way that insoluble particles are covered by a thin solution pellicle [1, 4, 8]. For this reason it was proposed that active condensation nuclei are mixed particles in the large range of sizes. Now the following question arises. These smaller particles, containing more water-soluble material, are more active or not than the larger ones.

To solve this problem the supersaturation ( $p_r'/p_\infty$ ) of nuclei of different types was calculated as a function of particle radius ( $r$ ) by the following approximate formula [9]:

$$\frac{p_r'}{p_\infty} \approx 1 + \frac{a}{r} - \frac{b}{r^3} \quad (1)$$

Here  $a \approx 3,3 \cdot 10^{-5}/T$  and  $b \approx 4,3 \cdot i \cdot m/M$ , where  $T$  is the absolute temperature ( $273^\circ K$  in our case),  $i$  the van't Hoff factor and  $m$  the mass of a soluble substance of gramm-molecular weight  $M$ . Ammonium sulfate was supposed to be a water-soluble material. It was presumed that in the surroundings of 100% relative humidity the solution is very dilute, that is  $i$  becomes the number of dissociated ions of one molecule of the solute (three in our case) [10]. In case of mixed particles the formula (1) was rewritten in the form [11]:

$$\frac{p_r'}{p_\infty} \approx 1 + \frac{a}{r} - \frac{b}{r^3 - R^3}; r = R + x, \quad (2)$$

where  $R$  is the radius of insoluble nucleus and  $x$  is the thickness of the solution layer.

It was also supposed that the proportion of the sulfate to insoluble components within a single particle is approximately the same than the total proportions (Table I). In the submicroscopic range two pure sulfate particles ( $m = 10^{-16}g$  and  $m = 10^{-15}g$ ; radius of dry particles is  $0,024 \mu$  and  $0,051 \mu$  respectively) and a mixed one were considered. In this latter particle is one insoluble nucleus of  $r = 0,05 \mu$  with  $10^{-16}g$  soluble material. On the other hand in the microscopic size range a particle of  $0,4 \mu$  typical radius was taken which contains  $10^{-15}g$  ammonium sulfate.

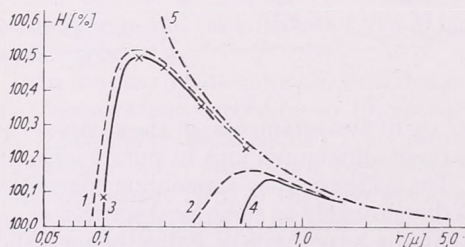


Fig. 2.: Relation between relative humidity and size in the case of particles of different types. Curves 1 and 2: pure ammonium sulfate nuclei with mass of  $10^{-16}g$  and  $10^{-15}g$  respectively; curves 3 and 4: mixed particles with insoluble nuclei of  $r = 0,05 \mu$  and  $r = 0,4 \mu$  containing  $10^{-16}g$  and  $10^{-15}g$  ammonium sulfate respectively; curve 5: insoluble, but perfectly wetttable particles

2. ábra. Összefüggés a különböző típusú részecskék nagysága és egyensúlyi relatív nedvessége között. 1 és 2 görbe:  $10^{-16}g$ -os, illetve  $10^{-15}g$ -os tiszta ammónium-szulfát-részecskék; 3 és 4 görbe:  $0,05 \mu$ -os, illetve  $0,4 \mu$ -os sugarú oldhatatlan magvakat tartalmazó vegyes részecskék, melyekben rendre  $10^{-16}g$  és illetve  $10^{-15}g$  ammónium-szulfát található; 5 görbe: vízben oldhatatlan, de teljesen nedvesíthető részecskék

It can be seen from the curves of Fig. 2 that the mixed large particles have the smallest critical supersaturation, thus these are the most active condensation nuclei. This means: *in spite of the fact that in the submicroscopic size range there is a considerable quantity of soluble material, the size is more important factor in the selection of active cloud forming nuclei. That is submicroscopic soluble particles are activated only in the case, when large mixed nuclei are missing.*

Finally it is needed to emphasize that real atmospheric particles are not spherical and naturally their surface properties are also very important from the point of view of condensation processes [9, 12], but, to simplify the problem, these effects were not taken into consideration in this work.

#### REFERENCES

- [1] Junge, C. E.: Air chemistry and radioactivity. Academic Press, New York and London, 1963.
- [2] Mészáros, E.: Mesure de la concentration des particules de chlorures atmosphériques. In „Aerosols, Phys. chem. and Applications”. p. 529. Publishing House of the Czechoslovak Ac. of Sci. Prague, 1965.

- [3] *Lodge, J. P.—Swanson, G. A.*: Penetration of membrane filters by condensation nuclei. Journ. de Rech. Atm. vol. I. 2<sup>e</sup> année. p. 17. 1964.
- [4] *Mészáros, E.*: Remarks about chemical methods used in aerosol researches. Tellus, vol. 16, p. 469, 1964.
- [5] *Egnér, H.—Brodin, G.—Johansson, O.*: Sampling technique and chemical examination of air and precipitation. Kungl. Lantbrukshögskolans Annaler. vol. 22. p. 369, 1955.
- [6] *Mészáros, E.—Mészárosné, Nagy, Á.*: Budapest légszennyező hatásának kiterjedése. Időjárás. vol. 69, p. 291, 1965.
- [7] *Mészáros, E.*: Répartition verticale de la concentration des particules de chlorures dans les basses couches de l'atmosphère. Journ. de Rech. Atm. vol. I, 2<sup>e</sup> année, p. 1. 1964.
- [8] *Mészáros, E.*: Megjegyzések a légköri vegyes kondenzációs magvokról. Időjárás. vol. 70. p. 164, 1966.
- [9] *Fletcher, N. H.*: The physics of rainclouds. University Press. Cambridge, 1962.
- [10] *Mc Donald, J. E.*: Erroneous cloud-physics applications of Raoult's law. Journ. of Meteor. vol. 10, p. 68, 1953.
- [11] *Dufour, L.—Defay, R.*: Etude thermodynamique de la pression de saturation par rapport à une gouttelette en suspension dans l'atmosphère. Inst. Roy. Météor. de Belgique. Publ. N<sup>o</sup>. 9. 1953.
- [12] *Mc Donald, J. E.*: Cloud nucleation on insoluble particles. Journ. of the Atmospheric Sci. vol. 21, p. 109, 1964.

Simon Antal:

## A légkör mesterséges eredetű béta-radioaktivitása Budapesten 1961—65-ben

*Artificial Radioactivity from Aerosols and Fall-Out During the Years 1961—1965 in Budapest.* Data on beta-radiation of artificial origin, both from aerosols and from fall-out, obtained in the Aerological Observatory during the period 1961—1965, are discussed. The mechanism of the fallout from the stratosphere is analyzed and finally an attempt is made for the determination of residence time in the stratosphere and generally in the atmosphere.

✱

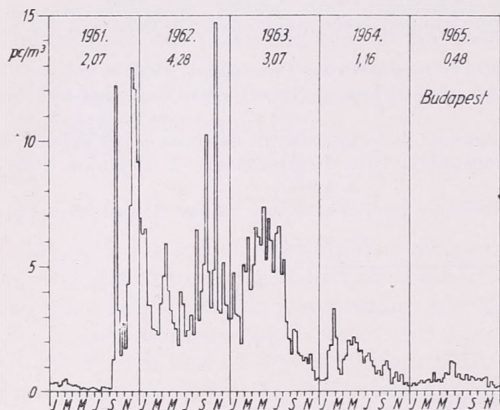
*Искусственная радиоактивность аэрозолей и выпадений в Будапеште за 1961—65 г. г.* В работе приводятся данные о  $\beta$ -радиоактивности искусственного происхождения, полученные в будапештской Аэрологической обсерватории за период 1961 по 1965 г. г., как для аэрозолей, так и для выпадений из атмосферы. Описывается механизм выпадения радиоактивных аэрозольных, частиц из стратосферы, и в заключение делается попытка определения продолжительности полного очищения стратосферы и вообще атмосферы.

✱

Budapesten a mesterséges eredetű légköri  $\beta$ -radioaktivitás mérése már 1955 végén megkezdődött. Az első, kezdeti mérések eredményeiről beszámoló is készült [1]. Az aeroszol  $\beta$ -radioaktivitásának mérését már akkor is szűrőkkel végezték, azonban naponta csak 1 órán keresztül, délben történt mintavétel. Ezenkívül naponta mérték — csapadékos napokon — a csapadék specifikus aktivitását. A talajra ülepedést (fall-out) akkor még nem mértük.

Az 1959-ben Dresda-Wahnsdorfban megrendezett I. radioaktív értekezlet határozatait [2] 1960. szeptembertől kezdve tudtuk mérőállomásunkon megvalósítani. Ennélfogva 1961. január 1-től már egységes, és más állomásokkal is összehasonlítható adatokkal rendelkezünk. Mérési eredményeink feldolgozásakor természetesen az újabb határozatokat és összehasonlításokat is figyelembe vettük [3].

Az 1. ábrán bemutatjuk a légköri aeroszol  $\beta$ -radioaktivitására kapott 10 naponkénti középértékeket a vizsgált öt évben. A 10 napi közepeket a napi mérésekből számítottuk ki. A napi mérések már 24 óránként cserélt szűrőkkel történtek, így napi átlagos értékekre vonatkoznak. A 10 napi közepekkel a hosszabb idejű változások jól követhetők. 1961 első nyolc hónapjában a légköri  $\beta$ -aktivitás igen alacsony értékű volt, a január—augusztus középértéke 0,24  $\text{pc}/\text{m}^3$ . Ez az alacsony átlag az 1958-as önkéntes atomesend következménye volt. Szeptemberben felújították a légköri rob-



1. ábra. A mesterséges eredetű aeroszol  $\beta$ -radioaktivitás Budapesten 1961—1965-ben

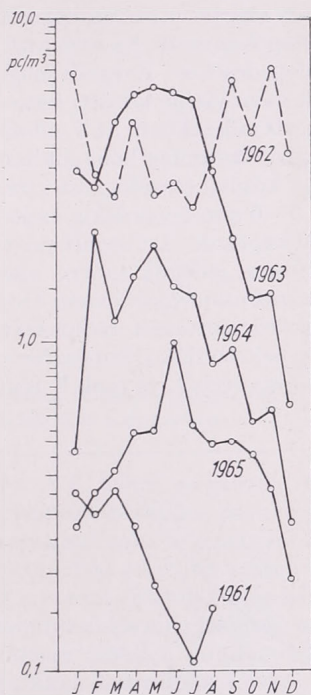
bantási kísérleteket, ezután az utolsó négy hónap középértéke már 5,72  $\text{pc}/\text{m}^3$ -re emelkedett. 1962 végén a kísérleteket végző államok a légköri robbantásokat beszüntették és 1963-ban okmánnyal is megerősítették elhatározásukat az atomesendről. 1963—65 folyamán a légkörben jelenlevő hasadó anyagok mennyisége — a mérések tanúsága szerint — egyre jobban fogyott. A légköri robbantások során a hasadó anyagok jelentős mennyisége jut a sztratoszférába, és Libby szerint [4] ez a mennyiség 10 év alatt jut vissza a talajra. A robbantáskor a troposzférában visszamaradó rész legfeljebb 1—2 hónapig tartózkodhat az alsó légkörben, mivel a csapadék ezt a légréteget jelentős mértékben [5] tisztítja.

A 2. ábrán a vizsgált 5 év havi középértékeit adtuk meg. Az évi menetekben rendszeresség mutatkozik. Általában az év első felében van a görbék maximuma (kivéve az 1962-es évet, amikor a robbantások sűrűsége és erőssége határozta meg a maximum idejét). A sztratoszférából származó aeroszolonál az évi menet az általános cirkuláció függvénye. Földgömbi méretű vizsgálatok kimutatták, hogy a mesterséges hasadványok maximális mértékben a 30—60° földrajzi szélességek mentén hullanak ki a sztratoszférából [6]. Ez a maximum a tropopauza helyzetével függ össze. A mi földrajzi szélességünkön általában májusra várhatjuk a radioaktivitás évi maximumának megjelenését, azonban ettől az időponttól mindkét irányú eltérések előfordultak.

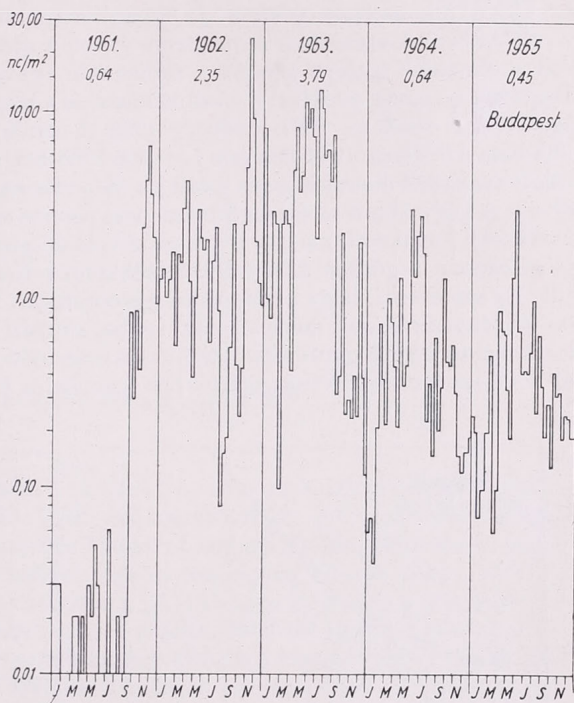
A maximum megjelenésének idejét Kopcewicz [7] szerint is magyarázhatjuk, aki a nyugat-európai területeken és Lengyelországban vizsgálta a mesterséges aeroszol  $\beta$ -aktivitás évi változásának okát. A tavaszi maximum idejét meteorológiai magassági és talajterképekkel vizsgálta a troposzférában és a tropopauza szintjében. Megállapította, hogy a poláris frontálzóna mentén a tavasszal gyakori lezáró (blocking) hatások miatt általában májusban a nyugat-európai területek fölött nagyobb gyakorisággal jelennek meg frontok, mint más hónapokban (atlanti blocking gyakoriság). A radioaktív szennyeződés a vizsgált közép-európai térségben a hidegfrontok előtt magasabb értékű, mint általában. Ez a növekedés úgy jön létre, hogy a hidegfrontokkal

együttjáró „tropopauza szakadások”-on az erősen szennyezett és hideg, alacsony sztratoszférából turbulens keveréssel radioaktív aeroszol-részecskék kerülnek be a viszonylag gyengén szennyezett troposzférába. A magasból ezek az anyagok a hidegfrontok előtti leáramlással jutnak a talajra.

Béll [8] újabb magaslégköri cirkulációs vizsgálatai szerint a sztratoszférabeli cirkuláció, mérőhelyünk fölött, az év folyamán általában nyugati, ill. keleti zonális irányítottágú. A két zonális irányban tavasszal és ősszel következik be az átváltódás.



2. ábra. Az aeroszol  $\beta$ -radioaktivitás havi közepi értékei 1961—1965-ben

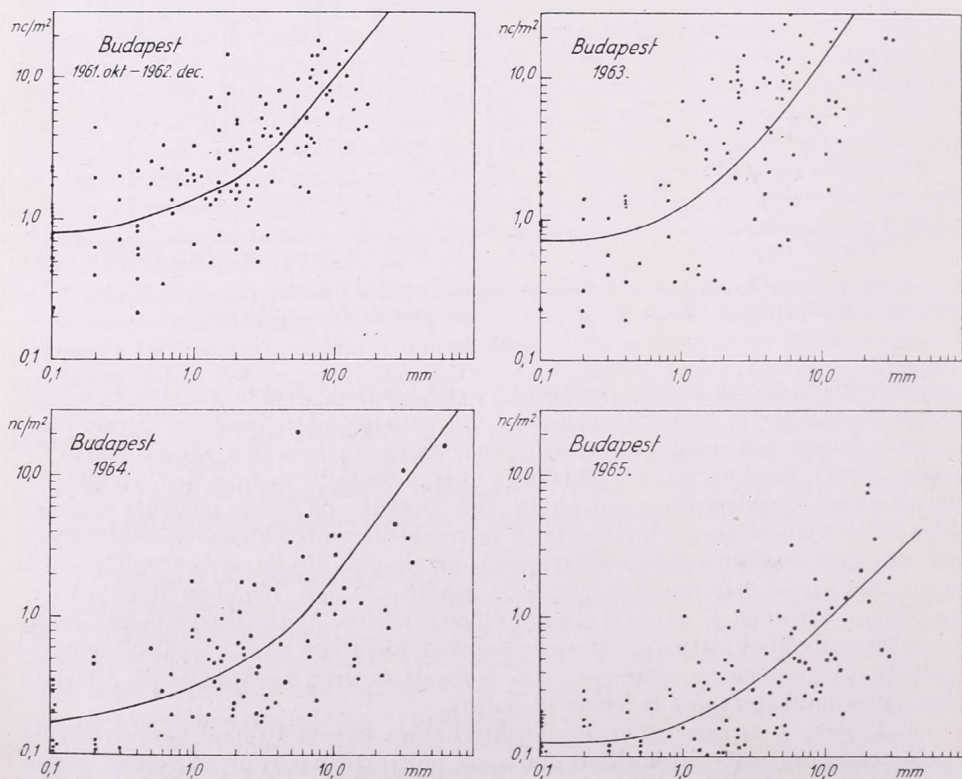


3. ábra. A talajraülepedés (fallout)  $\beta$ -radioaktivitása Budapesten 1961—1965-ben

A sztratoszférikus cirkuláció a poláris örvénylés kiterjedésével meghatározza a poláris frontálzóna helyét is. A tél végén az atlanti anticiklon áthelyeződése vehet véget az északi félteke téli zonális sztratoszférikus cirkulációjának, és a tavaszi lezáró fölmelegedéssel („final warming”) kialakul a nyári cirkuláció. A cirkuláció átváltódása tehát a lezáró fölmelegedéssel esik egybe. Béll az 1961—65 évekre megadta az átváltódás időpontját (részben a budapesti szélmérésekből), amelyekből megállapíthatjuk, hogy az egyes években a  $\beta$ -radioaktivitás évi maximuma általában az átváltódás időpontja utáni hónapban mutatkozott: 1961-ben 16—18 nap, 1963-ban 20 nap, 1964-ben 33 nap, 1965-ben 47 nap telt el a két időpont között. A sztratoszféra cirkulációja és a sztratoszférából származó aeroszol-részecskék ülepedése között tehát összefüggés található. A mesterséges  $\beta$ -radioaktivitás vizsgálatát ilyen vonatkozásban a légköri folyamatok indikátoraként is felhasználhatjuk.

A 3. ábrán a szedimentum  $\beta$ -radioaktivására kapott 10 napi középértékeket adtuk meg az 1961—65. évekre 1961 első nyolc hónapjában  $0,02 \text{ nc/m}^2$  volt az átlagos ülepedés, szeptembertől decemberig viszont  $1,89 \text{ nc/m}^2$ . A robbantások megkezdése

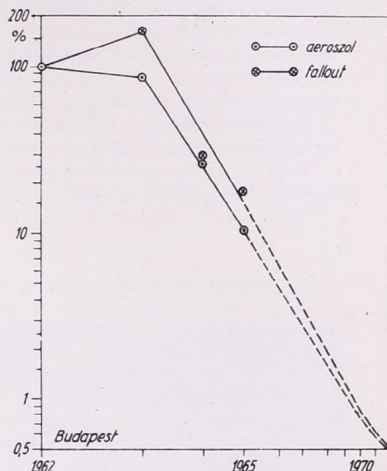
után, tehát a szedimentáció az előző időszak *százszorosára* nőtt, míg az aeroszol aktivitás csak 25-szörösre emelkedett ugyanezen időszakban. Az átlagos aeroszol aktivitás növekedésnél négyszer nagyobb mértékű volt tehát a talajra ülepedés mértéke. A különbség azzal is magyarázható, hogy a légkörben közvetlenül a robbantások után számottevő mértékben jelenlevő,  $20 \mu$ -nál nagyobb részecskék szedimentációja már olyan gyors, hogy csak kis részük kerül be a szűrőkbe, amelyek egyébként is a szedimentációval szemben védettek. 1962-ben teljes rendszertelenség látszik a görbén, s ez ugyancsak a robbantásokkal függ össze. 1963—65-ben a görbék átlagértéke (évi közép) fokozatosan csökken. Az egyes hónapokban nagy szórást tapasztalhatunk az értékekben. A maximum mindhárom évben a nyári hónapokra esett. Ez arra utal, hogy a csapadék szerepe jelentős a radioaktív anyagok ülepedésében. Evégből megvizsgáltuk az egyes éveken a szedimentum és a csapadék mennyisége közötti összefüggést. A 4. ábrán az 1961 október—1962 december közötti időszakban, az 5. ábrán 1963-ban, a 6. ábrán 1964-ben és a 7. ábrán 1965-ben a január—december hónapokban hullott csapadék mennyisége és a talajra ülepedés nagysága közötti összefüggést vizsgáltuk. A négy ábrán az átlaggörbe menete azonos alakú, 5—6 mm csapadékgig exponenciálisan emelkedő, majd lineárisan növekedő görbékét kaptunk. A vizsgált négy évben csupán a görbék átlagértékei csökkentek folyamatosan, jellegük azonos maradt. Ez azt jelenti, hogy az ülepedés meteorológiai folyamata mindegyik évben azonos törvényszerűségek szerint ment végbe, csupán a légkörbe juttatott radioaktív anyag mennyisége fogyott állandóan. A kis csapadékok még nem tudják a troposzférában levő aeroszolókat teljes mértékben kimosni a felhő alatti térből, és csak 5 mm



4—7. ábra. A talajraülepedés és a csapadékmennyiség összefüggése a különböző időszakokban

csapadéktól következnek be a teljes kimosás. Az egyes mérési értékek szórása a középérték körül a csapadékot kiváltó időjárási helyzetek függvénye.

A sztratoszférába juttatott hasadványok kihullásának és talajra jutásának mechanizmusa nagy vonalakban már tisztázottnak tekinthető. Megkíséreltük tisztulási folyamat idejének meghatározását is. Előljáróban már említettük, hogy *Libby* 10 évre tette a sztratoszféra — és általában a légkör — letisztulásának idejét.



8. ábra. A mesterséges eredetű radioaktivitás időbeli csökkenése a légkörben

A 8. ábrán megadtuk a budapesti radioaktív aeroszol és talajraülepedés évi közepének százalékos csökkenését az 1962. évi százalékában. 1962 folyamán került a sztratoszférába a legnagyobb mennyiségű sugárzó anyag. Miután 1962 utolsó negyedében még nagyobb számú és energiájú légköri robbantási kísérlet folyt, 1963-ban az aeroszol aktivitás még nem csökkenhetett, ill. a talajra ülepedést a troposzférikus szennyeződés még jelentős mértékben meg is emelte, 1963-tól azonban már exponenciálisan csökken mindkét elem. A rendelkezésre álló évek középpértékei a kettős logaritmikus koordináta rendszerben egyenesek mentén helyezkednek el, így lehetségesé válik annak az időnek becslése, amíg gyakorlatilag a sztratoszféra teljesen letisztul. 1972-ig (hacsak újabb légköri nukleáris robbantás nem történik) a 10 évvel előbb feljuttatott anyagmennyiség 99,5%-ban visszajut a talajra. Ezzel tehát igazolódott *Libby* föltételezése.

#### IRODALOM

- [1] *Flórián E.*: A légköri radioaktivitás mérésének egyes eredményeiről. Időjárás. 1958. 266—274. o. Budapest.
- [2] Endprotokoll. Arbeitstagung Radioaktivität der Luft und des Niederschlages im Observatorium für Luftchemie Dresden-Wahnsdorf vom 21. bis 23. Mai 1959.
- [3] Bericht über die Tagung der Experten für die Radioaktivität der Luft und des Niederschlages. Praha, 1964.
- [4] *Pierce, E. T.*: Some calculations on radioactive fallout with especial reference to the secular variations in potential gradient at Eskdalemuir, Scotland. Geofis. pura e appl. 1959/I. 42. k.
- [5] *Simon A.*: A csapadék hatása a mesterséges radioaktív aeroszol koncentrációra. Időjárás. 1964. 151—156. o. Budapest.
- [6] *Junge, Ch. E.*: Air Chemistry and Radioactivity. Academic Press, New York—London, 1963.
- [7] *Kopcewicz, Th.*: An attempt to explain temporary variations in ground air-layer pollution in Central Europa by radioactive substances deriving from nuclear explosions. Acta Geophysica Polonica. Vol. X. № 4. 1962. 299—334. old.
- [8] *Béll B.*: A sztratoszféra cirkulációjának tavaszi átváltódása Budapest fölött. Időjárás. 1965. 198—212. old. Budapest.

## A meteorológiai műholdak felhőfényképeinek szinoptikai elemzése (II)

*Synoptic Analysis of Meteorological Satellite Cloud Pictures (II).* This second part of the paper is introduced by an analysis of pictures taken of orographic clouds. Clouds of orographic origin can be, by using certain criteria, fairly well distinguished from other kinds of clouds in the pictures, though they are apparently similar to each other. Infrared pictures of the cloud layers are equally of high importance, since for the present time this is the most reliable source of data on night-time sky conditions. Research by climatological analysis of planetary cloud distribution, based on the now available high number of cloud pictures, is equally of interest. This work is, however, greatly hampered by the fact that there is no unambiguous relation between the brightness of a cloud layer and its other parameters, and by the lack of methods for a quantitative analysis of the pictures. Finally the future development of artificial satellite systems is discussed.

✕

*Синоптический анализ изображений облачного покрова, полученных при помощи метеорологических спутников (II).* Во второй части работы дается анализ фотоснимков облаков орографического происхождения. По некоторым особенностям орографические облака могут быть довольно отчетливо выделены из прочих облачных систем, несмотря на внешнее сходство. Большое значение имеют и инфракрасные снимки облачного покрова, поскольку наиболее достоверные данные о ночном небе получаются пока этим путем. Заслуживают внимания исследования, направленные на климатологический анализ планетарного распределения облаков на основе уже накопленного большого количества фотографий. Однако такая обработка в значительной мере затрудняется отсутствием однозначной связи яркости облачного покрова с другими его особенностями, а также отсутствием методов количественного анализа фотоснимков. В заключение рассматриваются перспективы дальнейшего развития применения искусственных спутников.

✕

7. *Orografikus eredetű felhők.* A meteorológiai műholdak keskenyszögű televíziós kameráinak segítségével sikerült felderíteni olyan mezoméretű viharok létezését, amelyek túlságosan kicsinyek ahhoz, hogy a hagyományos meteorológiai észlelések adatai alapján megállapíthatók lennének, de túlságosan nagyok ahhoz, hogy a földfelszínen, sőt magas repülőgépen levő észlelő felderíthetné azokat. Az ilyen örvények főként a szigetek sodorvonalában alakulnak ki és annak alapján mutathatók ki, hogy az inverziós réteg alatt réteges gomolyfelhők jelennek meg az óceán felszínétől 0,5—2 km magasságban és ezek többszáz km körüli hosszúságú sáv alakjában a szél irányában húzódnak ki. Az örvénysáv szélessége hozzávetőlegesen a sziget átmérőjének felel meg. Kedvező körülmények között az örvények alakja és szerkezete nagyon emlékeztet a klasszikus Kármán-féle örvényutakra, amelyek laboratóriumokban voltak megfigyelhetők az akadályok utáni nyomok tanulmányozása során. Az ilyen felhőzet szemléltetésére a 10. ábra fényképei és vázlatai szolgálhatnak, amelyeket L. F. Hubert és A. F. Krueger [36] elemzett. A 10/a fényképen jól látható a cellás felhőrendszer. A Madeira szigettől kezdve a szél iránya mentén hosszú (mintegy 250 km) cikloidális felhősáv húzódik, amelyet felhőtlen légkörszakaszok vesznek körül. Egészen más típusú spirális felhőzet figyelhető meg a Kanári szigetek területén (10/b ábra); ez az akadályok mögötti klasszikus örvényekre emlékeztet.

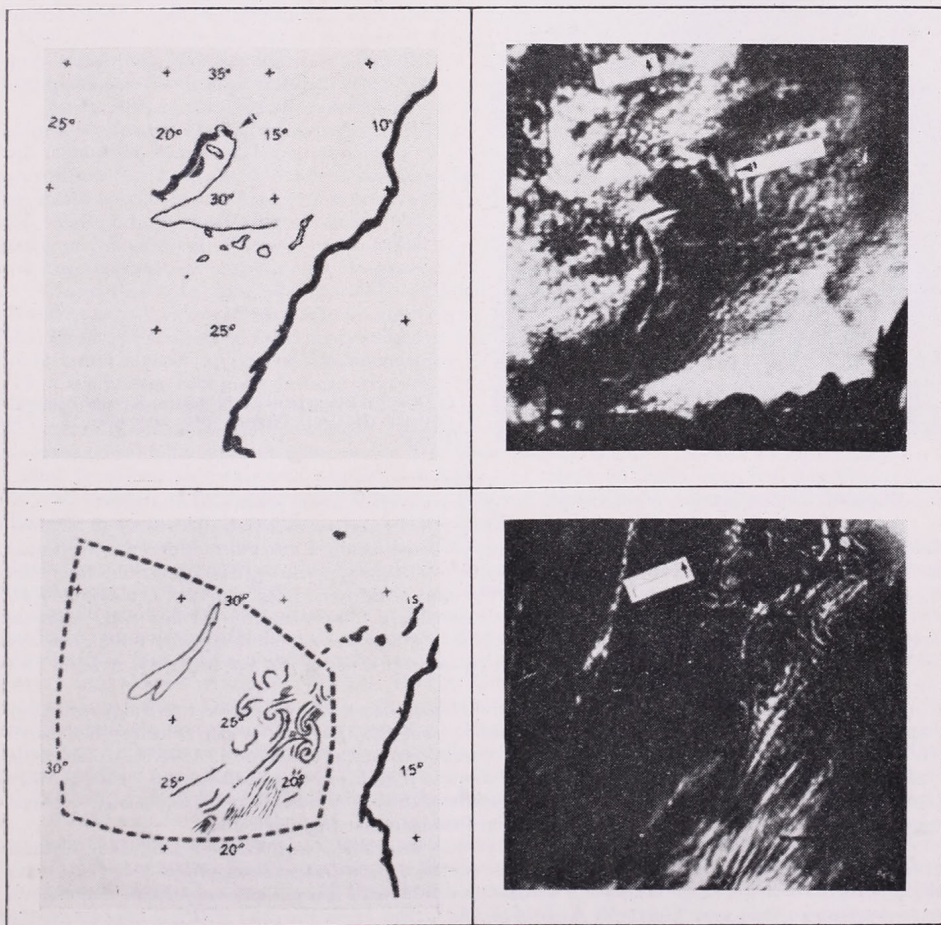
K. P. Chopra és L. F. Hubert [37] elemezte a mezoméretű örvény-felhőrendszerek fényképeit és megkísérelte, hogy azon klasszikus elmélet alapján találjon rájuk magyarázatot, amely szerint a ciklon keletkezésének fő tényezője a közeg viszkozitása; ez egyrészt határreteg kialakulását és benne örvények keletkezését idézi elő, másrészt pedig fontos szerepet játszik az örvények diffúzió-okozta disszipációjában (az örvények méretei növekszenek, intenzitásuk pedig csökken az áramlás irányában addig, amíg a szomszédos örvények össze nem folynak az ellenkező cirkulációval). A turbulens viszkozitás együtthatójának figyelembevétele esetén a ciklonképződés jelenségének alapvető vonásai a tényleges légkörben a klasszikus elmélet felhasználása alapján írhatók le. Bebizonyosodott, hogy a szigetek sodorvonalában keletkező örvényrendszerek változékonysága megbízható jellemzőként szolgálhat a légkörben végbemenő meteorológiai folyamatok változékonyságára.

Az orografikus eredetű felhőkhöz tartoznak a hegygerincek közelében keletkező felhőpadok és -hullámok, a hegyvonulatra merőleges szél esetében. A S. Fritz [4] áttekintéséből kölesönzött 11. ábrán láthatunk egy példát a hullámszerű felhőzetre, Sierra-Nevada hegyvidékén (Mexico). A hullám hossza adott esetben mintegy 20 km.

Bár az orografikus eredetű felhőzet olykor gyakorlatilag ugyanolyan, mint az egyéb eredetű felhők, kijelölhetők olyan feltételek, amikor az orografikus felhőzet elég egyértelműen azonosítható. Ilyen feltételek jellemzőbbek a közepes és magas földrajzi szélességekre, mint az alacsonyakra (valószínűleg az erősebb szelek és kevésbé intenzív inszoláció miatt).

J. H. Conover [38] ezzel kapcsolatban különböző alakú orografikus felhőket elemzett, beleértve a következőket: hullámszerű (szélárnyékos hullámok és tarajok), elszigetelt lénese alakú, hullámos szilva alakú és nagy lineáris alakzatok (elképzelhető az orografikus felhők részletesebb osztályozása is). A [38] tanulmányban kimutatták, hogy a szóbanforgó alakú felhők a nagyméretű felhőrendszerektől teljesen elszigetelten voltak megfigyelhetők (ez természetesen nem azt jelenti, hogy az ilyen rendszereken belül nem léteznek). A hullámszerű felhőrendszerek (szélárnyékos hullámok) nagyjából párhuzamos felhősávokból állnak; ez utóbbiak a légáramnak tarajszerű akadályon való átfolyása által okozott hullámtarajoknak felelnek meg.

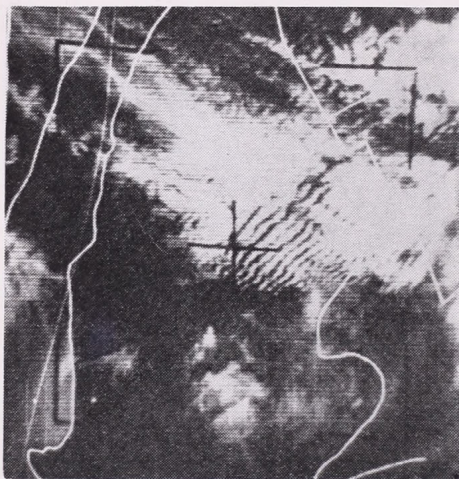
J. H. Conover a hullámszerű felhők legfontosabb tulajdonságait a szélárnyékos hullámok 16 esetének elemzése alapján jellemezte. A hullámszerű felhőzet minden esetben sávós, de nem gomo-



10. ábra. Felhőzetről készített fényképfelvételek és vázlatok Madeira szigete és a Kanári szigetek közelében. a) Ciklon-felhőzet Madeira szigete közelében. A sziget mérete:  $20 \times 56$  km, a hegyek magassága eléri az 1800 m-t. *Tiros-5*, 1962. június 21, 16 óra 50 perc Z. b) Spirális felhőzet a Kanári szigetek területén. *Tiros-5*, 1965. július 2., 14 óra 00 perc, Z.

lyos szerkezetű felhőkből állt (megjegyezte azonban, hogy ez a *Tiros*-műholdak által készített fényképekre vonatkozik; magasabb helyzetben megfigyelhető gomolyszerkezet is). Fényesség tekintetében ez a felhőzet a „szürke” vagy „fehér” kategóriához tartozik. A hullám hossza (a sávok középpontja közötti távolság) átlagosan 13 km-t tesz ki, 6 és 20 km között ingadozik. A szóban forgó felhőzet legtöbbször réteges gomoly- és magas-gomolyfelhőkből áll. Öt esetben, amikor rendelkezésre álltak aerológiai szonda-adatok, megállapítást nyert, hogy a felhők csúcsa közelében inverziós vagy izotermiás rétegek helyezkednek el, az alacsonyabban levő légrétegben csaknem adiabatikus hőmérsékleti gradienssel (és nagyfokú relatív nedvességgel az inverzió alatt). Kimutatták, hogy a hullám hossza növekszik a szél átlagos sebességének növekedésével, a felhősávok iránya pedig közelítően megegyezik a széliránnyal.

A hegyek vagy kiemelkedések fölött keletkező gomolyfelhőkből tarajok alakjában kialakuló hullámszerű felhőkre a következők lényeges sajátosságok jellemzők: e felhők keletkezésében legfontosabb szerepet a fölmelegedett lejtők termikus hatása játssza, kialakulásuk után a szél irányában haladnak és fokozatosan oszlanak szét, eltérően a szélirányékos hullámoktól, amelyek az akadálytól bizonyos távolságon változatlanok maradnak. A felhők alapzata általában néhány száz méter és 1 km közötti magasságban helyezkedik el a csúcsok felett, vastagságuk pedig nem haladja meg az 1 km-t.



11. ábra. Hullámszerű felhők Sierra Nevada hegységek területén (Mexico). *Tiros*-6, 1962. november 15., 17 óra 06 p. Z.

Eközben a hőmérséklet vertikális gradiense a légkörben közel száraz-adiabatikus.

Az elszigetelt, lencseszerű felhők az akadály által meghatározott hullámtarajok területén alakulnak ki és amikor légáram halad át rajtuk, változatlanságra irányuló tendenciát mutatnak. Ezek a felhők, tekintettel kis méreteikre és áttetsző voltukra, nem rögzíthetők a műholdas fényképeken. Egyes esetekben azonban még sikerült őket felderíteni nagy („fehér”), többé-kevésbé kerek lencseszerű felhőtömeg alakjában. Egyik esetben a felhő átmérője 25 km volt. A lencseszerű felhők általában párnafelhők (de lehetnek lepel- és fátyolfelhők is). A vizsgált felhők alapzata 6–12 km körüli magasságban helyezkedett el, vastagságuk pedig kb. 0,5 km volt. A felhő alatt nedves-stabilis réteget regisztráltak.

A rostos szilva alakú felhők a helyfelhőkhöz hasonlóan osztályozhatók, minthogy általában magasan helyezkednek el. Ezek a felhők sávokból (rostokból) állnak és szín tekintetében „szürkék” vagy „sötét-szürkék”. Gyakran a forrástól távolodó füstökhöz hasonlít. Az ilyen típusú felhőrendszer méretei különbözők lehetnek. Az elszigetelt felhők egyes eseteiben 100 × 250 km területre terjedtek ki. A felhők túlnyomórészt jégkristályokból állnak és pelyeg-, bárány-, párnagy vagy lepel-felhőket alkotnak. A felhők közelében futóáramlást figyeltek meg.

Az elszigetelt „felhővonalak” szigetek fölött vagy közelében észlelhetők; általában termikus eredetűek és gomolyalakú felhőként kerülnek osztályozásra (sztratokumulusz- vagy sztratusz-felhők inverzió alatti rétegét alkotják; alapzatuk általában 1 km-nél alacsonyabban helyezkedik el, vastagságuk pedig igen kicsi). V. A. Bugajev és L. Sz. Minyina [39] N. F. Veltiscsev [40] és S. Fritz [41] vizsgálateiben kísérlet történt a felhősávok keletkezési elméletének kialakítására.

8. Rétegfelhők és ködök. Azok a rétegfelhők és ködök, amelyek például hideg levegőnek az óceán hidegebb felszíne fölött a partközélen való áthaladásakor keletkeznek, gyakran egészen

határozottan rajzolódna ki a meteorológiai műholdak által a felhőtakaróról készített televíziós képeken.

9. *A felhőtakaró klimatológiája, statisztikája és objektív elemzése.* Az I. táblázatban ismertetett számadatok arról tanúskodnak, hogy már jelenleg is rendkívül nagymennyiségű információ áll rendelkezésre a felhőtakaró planetáris megoszlásáról. A „kerékszerű” *Tiros-9* műhold kilövése a poláris pályára lehetővé tette, hogy a felhőzet planetáris megoszlására vonatkozóan egynapos időtartamokra kapjunk felvilágosítást. Mindez lehetővé teszi, hogy elkezdjük a rendelkezésre álló információ statisztikai feldolgozását abból a célból, hogy felvilágosítást kapjunk a planetáris felhőtakaró klimatológiájáról [42—44].

A. *Arking* [42, 43] például, elektronikus számítógépen a *Tiros-3* meteorológiai műhold segítségével 1961 nyarán (július 12—szeptember 30.) a felhőtakaróról kapott 1447 televíziós fényképet dolgozta fel abból a célból, hogy adatokat kapjon a felhőtakaróknak a közepes földrajzi szélességeken való eloszlásáról. A gépi feldolgozás végrehajtása céljából valamennyi fényképet 250 000 elemre osztották és mátrixszá alakították (500 × 500), amelyek összetevői a fénykép megfelelő elemeinek fényerősségét jellemzik.

A felhők és az alatta levő felszín közötti átmenetet jellemző fényerősségi küszöbérték kikeresésének vizsgálata azt mutatta, hogy ez a megkülönböztetés elég megbízhatóan hajtható végre. Eközben lényeges, hogy a fényerősség küszöbértéke pályánként erősen változhat, de lényegtelenül változik az egy és ugyanazon pályához tartozó fényképek esetében. Az alkalmazott feldolgozási módszer nem teszi lehetővé a felhők és hótakaró, sőt még a világos homok megkülönböztetését sem. A szóbanforgó esetekben azonban hó gyakorlatilag egyáltalán nem volt (az adatok a 60°S—60°N közötti sávra vonatkoznak), a homokkal borított felszíni területek pedig az egész területnek csak egy kis részét foglalták el. A végeredményt a különböző földrajzi koordinátájú pontokra vonatkozó felhőzettség fokának értékei alkották.

Az A. *Arking* által a felhőtakaró közepes szélességeken való eloszlására vonatkozóan kapott adatok azt mutatják, hogy a mérsékelt földrajzi szélességeken a felhőzet mennyisége az északi és déli félgömbön hozzávetőleg egyforma. A K—Ny irányú felhőmegoszlás azonban aszimmetrikus a trópusok területén: a 10°N közelében figyelhető meg a felhőzet maximuma (amely a termikus egyenlítő helyzetét tükrözi a szóbanforgó időszakban) és a 30°N körül a felhőzet minimuma, míg a déli félgömbön gyakorlatilag monoton módon növekszik a felhőzettség mértéke a földrajzi szélesség növekedésével. A kapott eredmények és a rendelkezésre álló földfelszíni klimatológiai adatok összehasonlítása alapján elég jó egyezés állapítható meg.

*Clapp P. F.* [44] szerint a műholdas észlelések majdnem mindig magasabb felhőzettségi értékekre utalnak és az eltérés a felhőmennyiség növekedésével fokozódik, különösen a déli félgömbön. Ez az eltérés részben azzal magyarázható, hogy a földfelszíni észlelések adatai éjszakai időpontokra vonatkoznak, amikor a felhőmennyiség átlagosan csökken. Másrészt bizonyos jelentőségű a rendszeres hibáknak is van, amelyek a műholdas módszerre jellemzők: kismértékű felhőzettség esetében a felhők egy része esetleg nem regisztrálódik, ezekkel a televíziós kamerák korlátozott felbontóképességére; intenzív felhőzettség esetében ezektől szemben „elmosódhatnak” a kis kiterjedésű felhőnélküli területek. A felhőzettség mértékének rendszeres túlbecslése következhet be abban az esetben is, amikor a felhőtakaró felvételei ferde irányban készülnek. Ez a tényező azonban valószínűleg nem lényeges. A felhőzet mértékének túlbecslését okozhatja az a körülmény is, hogy egyes esetekben nem különböztethető meg a felhők, a hó és a jég.

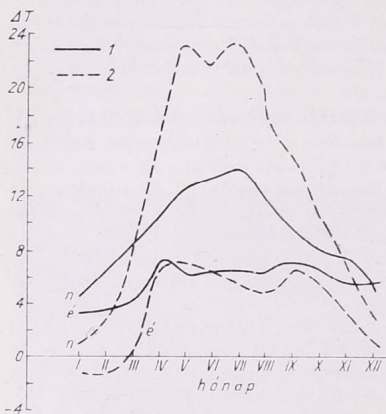
A felhőtakaróról készített műholdas fényképek eddig végrehajtott leíró szinoptikai elemzése az adatok csak egy részének vizsgálatát tette lehetővé és ez két különféle nehézséggel magyarázható: 1) nehéz egyszerű és megbízható kapcsolatot találni a felhőtakaró fényerőssége és egyéb jellemzői között; 2) nincsenek módszerek a fényképek kvantitatív elemzésére. A második nehézség leküzdése érdekében J. A. *Leese* és E. S. *Apstein* [45] kétdimenziós spektrumelemzés végrehajtását javasolta a felhőtér kvantitatív szinoptikai jellemzése céljából, figyelembe véve, hogy a műholdas fényképfelvételeken megfigyelhető gomolyfelhő-megoszlásra 30—160 km méretű tipikus cellák és vonalak jellemzők. Sokszor előfordul, hogy különböző méretű jellegzetes felhőrendszerek szuperponálódnak egymásra. Kváziperiodikus szerkezetük vezet arra a gondolatra, hogy e szerkezet jellemzése céljából célszerű kétdimenziós spektrumelemzés alkalmazása (ilyen módszert alkalmaztak korábban az óceánhullámok tanulmányozására a sztereoszkópos légi fényképfelvételezés adatai alapján).

A [45] tanulmány részletesen ismerteti azt a matematikai apparátust, amelynek segítségével összefüggést találhatunk a stacionárius véletlen folyamat frekvenciaspektruma és a térbeli koordináták megadott függvénye által meghatározott autokorrelációs mátrix között. Az említett tanulmány hangsúlyozza a számítások nehézségét (egyetlen korrelációs mátrix kiszámítása mintegy 9 perc gépidőt vesz igénybe IBM—7090 elektronikus számítógép alkalmazása esetében).

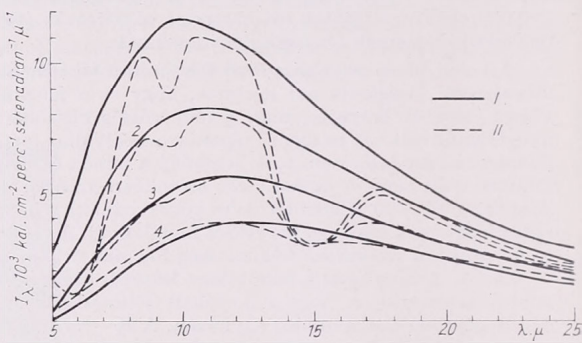
A kapott eredmények értékelésével kapcsolatos néhány következtetés az alábbiak szerint foglalható össze: amikor a frekvenciaspektrumban egyetlen maximum van, ez párhuzamos felhősorok (felhő-„utcák”) jelenlétére utal; ha két maximum dominál, ez a felhőzet cellás szerkezeté-

ről tanúskodik (adott esetben a tenger felszínén két hullám interferenciájához hasonló jelenség figyelhető meg). Bonyolult esetben a kétdimenziós spektrumelemzés lehetővé teszi azoknak a leglényegesebb légköri „hullámoknak” az objektív azonosítását, amelyek a különböző jellegzetes szerkezeteket idézik elő a felhőtakaróban. A kapott eredmények statisztikai megbízhatósága a Monte Carlo-módszerrel ellenőrizhető. A felhőtakaró fényképfelvételeinek feldolgozására öt vizuális fényerősségfokozatot alkalmaztak.

A [45] tanulmányban javasolt módszer kikísérletezésére több idealizált felhőmegoszlási sémát használtak fel; ezeket két elemi háromsávós cella kombinálásával alakították ki „zaj” hozzáadásával (ezzel kapcsolatosan kimutatták, hogy bizonyos periodikus szerkezetek kimutathatók



12. ábra. A földfelszín és a felső felhőhatár hőmérsékletkülönbségének évi menete. Moszkva: 1. alacsony szintű felhők; 2. magas szintű felhők (n = nappal; é = éjszaka).



13. ábra. A felhősícsok abszolút fekete sugárzásának (I. görbék) és az alitról érkező hosszuhullámú sugárzás (7–32μ) spektrummegoszlása a felső felhőhatár különböző Z magassága mellett (II. görbék) 1. Z = 0 (földfelszín), T = 288 K°; 2. alacsony szintű felhők, T = 273 K°; 3. középmagas szintű felhők, T = 250 K°; 4. magas szintű felhők, T = 223 K°

igen lényeges zaj mellett). A műholdas fényképek feldolgozása során a felvételeknek csak középső részét használták fel (ahol kevésbé jutnak kifejezésre a torzulások) és egy 8 km-es közű négyzetes hálózatot alkalmaztak. A kapott diszkrét kód ellenőrző inverz átalakítása képpé kielégítő egyezést mutatott az átalakított és az eredeti kép között. A fényképek elemzésre történő kiválasztásakor elsősorban azt a törekvést tartották szem előtt, hogy egyidejűleg hagyományos meteorológiai észlelési adatok is rendelkezésre álljanak.

Két konkrét példa vizsgálata azt mutatta, hogy mindkét esetben „féreg alakú” felhőszerkezet uralkodott a Csendes-óceán vízterülete fölött (Tiros-1 műhold adatai). Az első példában nullával egyenlő hullámszámok dominálnak. Amikor azonban a fényképet négy részre osztották és ezt követően valamennyi részt külön elemezték, megállapítást nyert, hogy ebben az esetben sokkal határozottabb és érdekesebb eredmények adódnak. Így például, az egyik részen egy pár hullám-szám (1,5) dominál, ami a 11° szög alatti hullámoknak felel meg a nyugati irányhoz viszonyítva, 77 km-es hullámhosszal, s ez teljes mértékben megegyezik a ténylegesen megfigyelhető képpel. Az egyes fényképrészekre vonatkozó adatok felhasználása lehetővé tette, hogy határozottabban legyenek megmagyarázhatók az egész fényképre vonatkozó adatok elemzési eredményei.

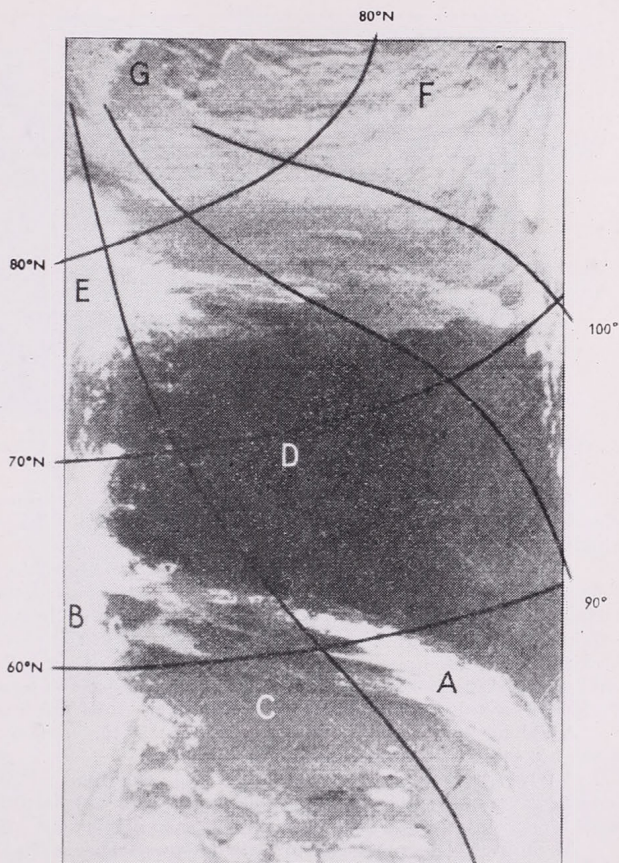
A második példa vizsgálata azt mutatta, hogy egyes esetekben a felhőtakaró azon szerkezeti sajátosságai, amelyeket vizuálisan rendszeresekként és jellegzetesekként határoztak meg, az objektív spektrumelemzés szempontjából véletlen szerkezeteket alkotnak.

10. A felhőtakaró infravörös képei. A felhőzet televíziós képei, melyeknek kiértékelési gyakorlatát a fentiekben ismertettük, csak akkor készülhetnek, amikor elég magas értékű megvilágítás van, vagyis nappal. Ahhoz, hogy hasonló képek készülhessenek éjszaka is, a leghatékonyabb eljárás az, amikor az infravörös képek rögzítésének módszerét alkalmazzuk, oly módon, hogy a földfelszín részeit a spektrum infravörös tartományával szemben érzékeny és a földfelszín vagy a felhők hő-sugárzását mérő adó bontja fel. Mivel az infravörös felbontó műszer mérő is, ez lehetővé teszi, hogy ne csak képet kapjunk, hanem megtaláljuk azokat az abszolút sugárzási értékeket is, amelyek lehetővé teszik a földfelszín hőmérsékletének és a felhők felső határának, valamint az utóbbi magasságának kiszámítását is.

Érdekes és sikeres kísérlet történt a felhőtakaróról a Föld éjszakai oldalán készülő infravörös képek nyerésére a Nimbus-1 műhold segítségével, amelyen nagy felbontóképességű radiométert

helyeztek el; ez utóbbi érzékenységeinek maximuma a légkör átlátszóságának „ablakában” volt a  $3,4-4,2 \mu$  hullámhossz tartományában (lásd az [1, 2]).

A felhőtakaró infravörös képeinek lehetőségével kapcsolatosan érdeklődésre tarthat számot azoknak a feltételeknek a tárgyalása, amelyek mellett e feladat megoldása egyértelmű, másfelől pedig azon esetek kiemelése, amikor az adatok kiértékelése hibásnak bizonyulhat. Természetesen ez utóbbi előfordulhat inverziós légkörrétegződések esetén, amikor a földfelszín hidegebb lehet a felhők felső határánál, vagy pedig amikor a földfelszín és a felhők közötti hőmérsékletkülönbség igen kicsiny. Ilyen körülmények elég jellemzők a magas földrajzi szélességeken, különösen télen. Így például W. Nordberg [46] elemezte a Grönlandra vonatkozó infravörös képet és a fel-



14. ábra. A felhőzet infravörös képe a Nimbus mesterséges holdról, 1964. szeptember 6-án, helyi idő szerint dél körül

hők felső határára  $20^\circ$ -kal magasabb hőmérsékletértéket állapított meg, mint az alatta levő felszínre.

Az ilyen helyzetek vizsgálata céljából K. J. Kondratyev és N. J. Ter-Markarjanc [47] tanulmányozta a  $\Delta T$  hőmérsékletkülönbség évi járásának sajátosságait a földfelszín, ill. a felhők felső határa között, különböző éghajlatú területeken és különböző szintű felhőzetre. A 12. ábrán szemléltetés érdekében a Moszkvára vonatkozó adatokat mutatjuk be. Ez az ábra szembevetően mutatja, hogy mennyire bonyolulttá válhat a felhőzet azonosításának problémája az alulról érkező hosszuhullámú sugárzás mérési adatai alapján téli időszakban. A Nimbus-1 műholddal nyert adatok arról tanúskodnak, hogy ebből a szempontból a légkör  $3,4-4,2 \mu$ -os ablakai alkalmasabbak, mint a  $8-12 \mu$  ablakok. Ezt a következtetést elméletileg a [48, 49] tanulmányokban támasztották alá.

Amint erre M. Sz. Malkevics [50] rámutatott, hasonló esetekben egyértelmű eredmények tekintetében fontos szerepet játszhat az alulról érkező infravörös sugárzás méréseredményeinek felhasználása nemcsak az átlátszóság ablakában, hanem az abszorpciós sávokban is. Nyilvánvaló,

hogy a fényerő ellentétei a légköri ablak — abszorpciós sáv között legnagyobbak a földfelszínen lesznek és a felhő magasságának növekedésével kell csökkenniük, amint ez a 13. ábrán látható. Még ha egyforma is a földfelszín és a felhő felső határának hőmérséklete, az említett ellentétek felhasználása elvben segítséget nyújt a felhőknek a földfelszínről való megkülönböztetésében.

Vizsgáljunk meg most egy példát a felhőtakaróról a *Nimbus-1* műhold adatai alapján készült infravörös képek elemzésére, amelyet az [51] tanulmány tárgyal.

A 14. ábrán Szibéria területén 1964. szept. 6-án helyi idő szerint 0 óra 30 perckor a 75°E hosszúságon készült kép látható, a 3,4—4,2  $\mu$  hullámhosszak tartományában. (A világos részek alulról érkező hősugárzás alacsony értékeinek felelnek meg és felhők jelenlétét tükrözik).



15. ábra. A földfelszín csaknem felhőtlen részének infravörös képe az USA délnyugati területén, 1964. szeptember 1-én

Az infravörös kép egy kb. 1300 km szélességű (Uraltól keletre) sávot ölel fel, amely a szűzföldek körzetétől és Déli-Uraltól (a felvétel alsó része) a Laptyev-tengerig (a felvétel felső jobb-oldali sarka) terjed.

A kép legvilágosabb (fehér) részei a legnagyobb magasságokat elérő felhőknek felelnek meg (vagyis azoknak, amelyeknek minimális hőmérsékletük van a felső határ szintjén), a kevésbé világos részek az alacsonyabb felső határral rendelkező felhőknek, a sötétszürke részek pedig a felhőmentes földfelszín-részeknek felelnek meg. A felvétel alsó részén, jobboldalt (*A*) jól látható a magas hideg felhőtáraj. A meteorológiai észlelések adatai arra utalnak, hogy ezek a felhők hideg fronttal függnek össze, amelynek területén záporosók fordulnak elő. Ez a front az Ob folyótól keletre vonul el, ennek felső folyásával csaknem párhuzamosan.

A ciklon tekő, amelyben ez a front elhelyezkedik, alacsony bárikus képződmény, amely csak a 850 mb szintig követhető nyomon.

A felvétel alsó részén baloldalt (*BB*) elég nagyfokú felhőzet területe látható, amely a 70°E hosszúság vonala mentén az Ob torkolatánál fekvő Szalehardtól Akmolinszk felé elvonuló másodlagos hidegfronttal függ össze. E front területén helyenként záporosók figyelhetők meg.

Az említett felhőmasszívumok között egy világos-szürke tónusú rész (*C*) látható, amely a hidegfront mögött megfigyelhető derűs időjárású területnek felel meg.

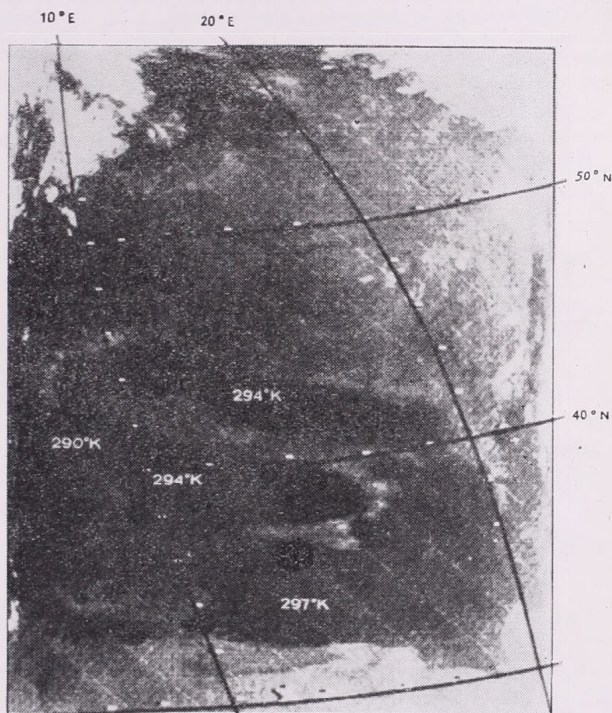
A főlvetél legsötétebb tónusú középső része (*D*) annak a derűs időjárásnak felel meg, amely a közép-szibériai felföld felett elhelyezkedő anticiklon hatására alakult ki. Ez az anticiklon magas bárikus képződmény, csaknem vertikális térbeli tengellyel és ez a tropopauzáig nyomon követhető. A szóban forgó terület jobb oldali részén egy kissé világosabb terület rajzolódik ki, amely a közép-szibériai felföld északnyugati, legmagasabb pontjainak képe.

A felvétel baloldali részén, a 75—80°N szélesség körül (*E*) elég nagy, magas szintű, jobb felé nyújtott felhőmasszívum mutatható ki. Ez a felhőmasszívum a ciklon elülső részével és azon meleg frontokkal függ össze, amelyeknek területén helyenként tartós eső és szitáló eső figyelhető meg. A kép felső részén határozottan láthatók a kevésbé fehér és szürke tónusú sávok (*F*), amelyek a főlvetél legfelső részén turbulenciát képeznek. Az említett felhősávok iránya és a turbulencia területe csaknem pontosan megegyezik a széliránnyal és a ciklon középpontjával a 300 mb felszínen.

A főlvetél felső bal sarkában levő sötét foltok (*G*) valószínűleg az Északi-Jegestenger jég-táblái közötti nyílt vizek területét jelentik (a szeptember 9—10. közötti légi felvételezés adatai szerint a Szevernaja Zemlja (Északi-föld) területén nyílt víz volt észlelhető).

A földfelszíni felhőészlelések adataival való összevetés azt mutatja, hogy a műhold által a felhőzetről készített infravörös kép általában helyesen tükrözi az adott terület fölötti felhőmegoszlás valódi képét.

Amint a 14. ábrán látható, a derűs időjárású *D* terület (a Jenyiszej folyó medencéje) sötétebb tónusú, mint a *C* terület, amely a meteorológiai állomások adatai szerint szintén felhőtlen. A két felhőmentes terület képen a tónusbeli különbség légi szinoptikai anyag elemzéséből kiindulva magyarázható meg. A déli terület infravörös képének világosabb tónusa azzal magyarázható, hogy e területen alacsonyabb hőmérséklet uralkodik a felszínközeli légrétegben 3 km-es magassá-  
gig, ami jól látható a III. táblázatból.



16. ábra. Európa és a Földközi-tenger területére vonatkozó infravörös kép; 1964. szeptember 14-én éjjelkor

Igen érdekes vizsgálatot hajtott végre *W. Nordberg* [46] a felhőzet és a földfelszín különböző részeinek infravörös képein. Ezek az adatok igen hasznosaknak bizonyultak — többek között — a vízmedencék felszíni hőmérsékletének meghatározására. Még a viszonylag kis tavak felszínének hőmérséklete is elég megbízhatóan határozható meg. A 15. ábra mutat be példát az infravörös képre, amelyen határozottan láthatók 20—30 km méretű tavak és kidomborodva rajzolódnak ki a felszíni domborzat sajátosságai. Elvileg földéríthetők a tengeráramok a hőmérsékleti ellentétek alapján. A tengerfelszín hőmérsékletváltozására a 16. ábra mutat be példát. A *W. Nordberg* tanulmányából [46] kölcsönzött 17. ábra szemlélteti a hőmérséklet és magasság meghatározásának lehetőségét a felhők felső határánál. Ezen ábra alsó részén a *Gladys* orkán területén az Atlanti-

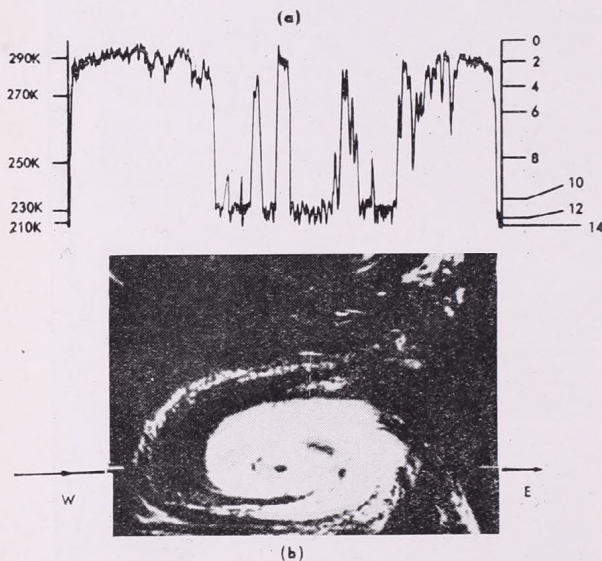
### III. TÁBLÁZAT

*A levegő hőmérséklete*

Terület	Hőmérséklet C°		
	a földfelszínen	a 850 mb felületen	a 700 mb felületen
Dél (C)	5—6	0—2	—5—10
Észak (D)	a folyó mentén: 10—15, a hegyekben: 5—6	8—10	0—2

óceán fölött 1964. szeptember 17-én éjjélkor készült infravörös kép szerepel. Az ábra felső felében látható a radiométer letapogatása, amely a kozmoszba távozó sugárzás abszolút értékváltozását jellemzi, továbbá ott szerepel a felhők hőmérsékletének és magasságának skálája.

T. *Fujita* és W. *Bandeen* [52] vizsgálta a kisugárzó felszín térbeli finomszerkezetének elemzési lehetőségét, a *Nimbus-1* műholddal nagy felbontóképességű infravörös letapogató radiométer segítségével kapott infravörös képek adatai alapján. Az [52] tanulmány három infravörös kép elemzését adja; ezek az USA nyugati területén lévő felhőmentes területeken (Grand Canyon, Death Valley, Sierra Nevada) éjjél körül készültek. Az elemzést az alulról érkező sugárzás adatainak vizsgálatára egészítette ki a kép egyes soraira vonatkozóan. Megállapították, hogy a hasznos jelre kétféle zaj szuperponálódik; periodikus és oszcillációs alakú zajok. Az oszcillációs zajok úgy küszöbölhetők ki, ha közepelést alkalmazunk a kb. egy fokkal egyenlő letapogatási szög-intervallumonként. A periodikus zajok pedig nem befolyásolják a felbontóképességet, ill. az infravörös képek földrajzi bekötésének pontosságát.



17. ábra. A „Gladys” orkán infravörös képe és a távozó sugárzás megoszlása. Atlanti-óceán, 1964. szeptember 17. éjjél

T. *Fujita* és W. *Bandeen* kimutatta, hogy alulról érkező sugárzás terének finomszerkezete (az infravörös képeken) igen érzékenyen indikálja az alatta lévő felszín egyenetlenségeit. Így például, határozottan kirajzolódnak (fokozott hőmérsékletű foltokként) a  $20 \times 30$  km és ennél kisebb méretű tavak, sőt még a kiszáradt tömedencék is. A földfelszín hőmérsékletének meghatározása tengerszint fölötti különböző magasságokban lévő pontok esetére, lehetővé tette a vertikális hőmérsékleti gradiens megállapítását, amely itt  $6^\circ/\text{km}$ . Az infravörös képeken jól rögződnek a felszíni domborzat sajátosságai. Megállapították például, hogy a Grand Canyon feneké melegebb a környező lejtőknél. A vertikális hőmérsékleti gradiens becslése itt  $10^\circ/\text{km}$  értéket eredményezett.

Az infravörös képeken határozottan rajzolódnak ki a jégmezők és szerkezetük. Különböző felvilágosításokat kaphatunk a földfelszín tulajdonságaira vonatkozóan (topográfiai sajátosságok, tájékoztató adatok a talaj hőkapacitásáról és nedvességéről stb.). Amint erre W. *Nordberg* utalt [46], az infravörös sugárzásnak a  $3,4\text{--}4,2 \mu$  átlátszósiági ablakban történt nappali mérései felhasználhatók a földfelszín sugárzóképeségének meghatározására. Az észlelési adatok elsődleges feldolgozása arról tanúskodik, hogy a kisugárzó felszín (óceán, felhők, hó, növénytakaró) nagy részénél a viszonylagos sugárzási képesség meghaladja a 0,9-et.

A földfelszín infravörös képei még azt is lehetővé teszik, hogy bizonyos mértékben követezzünk a talaj nedvességére [46], tekintettel azokra a vízszintes hőmérsékleti gradiensekre, amelyek nappal jelennek meg talajnedvesség egyenetlenségei esetében.

11. *Összefoglalás.* A fentiekben a felhőtakaróról meteorológiai műholdak révén kapott fényképvételek értékelésének csak néhány, leglényegesebb kérdését tárgyaltuk. Már ez a rövid áttekintés is arról tanúskodik, hogy a szóbanforgó fejlődési irány

előtt nagy távlatok nyílnak meg és komoly gyakorlati jelentősége van. Éppen ezért az USA-ban operatív meteorológiai műholdrendszer kialakítását tervezik abból a célból, hogy rendszeresen kapjanak planetáris méretarányú meteorológiai információt.

A műholdrendszer által a jövőben szolgáltatandó meteorológiai információval szemben a következő legfontosabb követelmények támasztandók [53]: a földfelszín teljes felülelése naponta négyszer szolgáltatott adatokkal, a felhőtakaró fényképfelvételein a térbeli felbontás 0,8 km vagy ennél jobb érték legyen, felvilágosítás nyérése a szél, hőmérséklet, nedvesség stb. vertikális szelvényeiről.

A tervezett *Tiros* operatív műholdrendszer lehetőségei az alábbiakat irányozzák elő: 1. naponkénti adatok a felhőzetről a földfelszín egész megvilágított részére vonatkozóan; 2) 8 km-nél jobb térbeli feloldás a televíziós felvétel peremén; 3. a kép peremének a nadírhoz viszonyított maximális szöge legfeljebb  $65^\circ$ ; 4. az adatok vételében a késleltetés legfeljebb két menetnyi; 5. az adatok memorizálása és folyamatos közlése; 6. a Föld hőháztartási összetevőinek mérése kis felbontóképességű műszerek segítségével.

Az operatív rendszerben két különböző műholdtípust fognak alkalmazni: két-kamerás, folyamatos adatközlésű műholdakat, valamint két tökéletesített kamerával és aktinométeres műszerrel működő műholdakat, amelyek memóriában tárolják az adatokat. A kvázipoláris retrográd ( $78^\circ$  dőlésszögű) körpálya 1350 km-t tesz ki, a forgás periódusa pedig 113,5 perc. Az egyes menetek alatt nyert információ egy 3000 km körüli sávot ölel fel.

A felhőtakaróról készülő műholdas fényképek értékelésének egyik legfontosabb távlati problémája a fényképek kvalitatív vizuális elemzési módszereiről a digitális alakban való rögzítésre és automatikus feldolgozásra, valamint elektronikus számítógépek segítségével történő elemzésre való áttérés. Sokat kell még tenni a fentiekben tárgyalt eredmények elméleti és statisztikai alátámasztása tekintetében.

(Fordította: Elek Beáta)

#### IRODALOM

- [36] Hubert, L. F. — Krueger, A. F.: Satellite pictures of mesoscale eddies. *Monthly Weather Rev.*, v. 90, No. 11, 457 — 463, 1962.
- [37] Chopra, K. P. — Hubert, L. F.: Karman vortex streets in wakes of islands. *AJAA Journ.*, v. 3, No. 10, 1965.
- [38] Conner, J. H.: The identification and significance of orographically induced clouds observed by Tiros satellites. *Journ. of Applied Meteor.*, v. 3, No. 3., 226—234, 1964.
- [39] Bugajev, V. A. — Mjnyina, Ja. Sz.: O gradovoj sztrukture oblacsnoztyi. *Meteorol. i Hidrol.* No. 5, 29—36, 1965.
- [40] Veljtjicsesev, N. F.: K voproszu ob interpretacii mezosztrukturi polja oblacsnoztyi. *Trudü Mirovovo meteorol. centra*, vüp. 8., 45—54, 1965.
- [41] Fritz, S.: The significance of mountain lee waves as seen from satellite pictures. *Journ. of Applied Meteor.*, v. 4, No. 1, 31—37, 1965.
- [42] Arking, A.: Latitudinal distribution of cloud cover from Tiros III photographs. *Science*, v. 143, No. 3606, 569—572, 1964.
- [43] Arking, A.: Percentage cloud cover from Tiros photographs. *Space Research IV*. Amsterdam, 1964.
- [44] Clapp, P. F.: Global cloud cover for seasons using Tiros nephanalyses. *Monthly Weather Rev.*, v. 92, No. 11, 495—507, 1964.
- [45] Leese, J. A. — Epstein, R. S.: Application of two-dimensional spectral analysis to the quantification of satellite cloud photographs. *Journ. of Applied Meteor.*, v. 2, No. 5, 629—644, 1963.
- [46] Nordberg, W.: Geophysical observations from Nimbus I. *Science*, v. 150, No. 3696, 1965.
- [47] Kondratyev, K. J. — Ter-Markarjanc, N. K.: O vozmoznosztyi nabljudenyij oblacsnojo pokrova na noesnoj sztoronye Zemli sz pomoscsu izmerenij uhogjyascsevo izlucsenyija v oknye prozracsnoztyi. *Trudü GGO*, vüp. 170, 1965.
- [48] Novoszeljev, E. P.: O vübere szpektraljnovo diapazona dlja cecej opregyelenyija temperaturü podsztyilajuscsej povjerhnosztyi i oblakov pri pomoscsi radiometra. *Trudü GGO*, vüp. 170, 1965.
- [49] Kondratyev, K. J. — Novoszeljev, E. P. — Ter-Markarjanc, N. K.: Opregyelenyije temperaturü podsztyilajuscsej povjerhnosztyi i oblakov sz meteorologiceszkih szputnyikov Zemli. *Trudü GGO*, vüp. 183, 1966.
- [50] Malkevics, M. Sz.: Nyekotorije voproszü interpretacii polja uhodjascsej radiacii Zemli. P. Razlicsenyije oblakov na fonye jesztyesztnenüh povjerhnosztyej. *Trudü GGO*, vüp. 166, 117—127, 1944.
- [51] Vjeltov, I. P. — Gajevskij, V. L. — Guszjeva, L. N. — Dombkovszkaja, Zs. P. — Kondratyev, K. J. — Nordberg, V. — Ter-Markarjanc, N. E.: Opüt analiza infrakrasznovo izobrazsenyija oblacsnoztyi, polucsennovo pri pomoscsi meteorologiceszkovo szputnyika „Nimbus 1”. *Meteor. i Hidrol.*, No. 9, 20—26, 1965.
- [52] Fujita, T. — Bandoen, W.: Resolution of the Nimbus high resolution infrared radiometer. *Journ. of Applied Meteor.*, v. 4, No. 4, 1965.
- [53] Tepper, M. — Johnson, D. S.: Toward operational weather satellite systems. *Astronautics and Aeronautics*, v. 3, No. 6, 16—26, 1965.

## Statisztikai módszer a kisugárzási köd előrejelzésére

*A statistical method for forecasting of radiation fogs.* A statistical method has been developed on the basis of some aerological parameters for forecasting of radiation fogs occurring at Ferihegy-airport. The following aerological parameters have been used: the temperature and humidity contrast between the lowest 50 mb air layer and the ground level, the average decrease of the temperature above the lowest air layer, the average dew point depression in the lowest 50 mb, in some cases the dew point depression measured at the ground level, the wind speed and its expected changes at the 25 mb level above the ground. Using the temperature parameters a temperature index, using the humidity parameters a moisture index has been determined. On the so called fog diagram the combination of these two indices corresponds to a given probability of occurrence of radiation fog. Above the 50% probability level the formation of radiation fog, below this value the absence of radiation fog may be forecasted. The given method constructed on the basis of data chosen from eight years has been verified with statistically independent data from two years. In these years the forecasts have been correct in 81%, the forecasts of occurrence of radiation fogs have been successful in 84%.

\*

A légiforgalom erőteljes növekedése megköveteli a repülési előrejelzések minőségének javítását. Ezeknek az előrejelzéseknek ki kell térniük arra, hogy az előrejelzési időszakon belül az adott repülőtéren lesz-e köd, vagy sem, mivel a köd lényegesen megnehezíti, a sűrű köd pedig gyakorlatilag teljesen megbénítja a repülőterek forgalmát.

A köd keletkezése a talajjal közvetlenül kapcsolatban álló légrétegek állapotváltozójának meghatározott értékei mellett létrejövő fizikai folyamatok eredménye, ezért a kidolgozott eljárások nagy része elsősorban a talaj közelében mért adatokat használja fel a köd előrejelzésére. A közel 50 éve ismeretes Taylor-diagram [1] volt az első tapasztalati kisegítő eszköz e célra, kellő pontosságot azonban a diagram használata nem szolgált. Taylor óta számos ködelőrejelző eljárást dolgoztak ki, közülük elsősorban *Berljand* [2] módszerét kell megemlítenünk. *Berljand* a hidro-termodinamikai egyenletek megoldásával — bizonyos egyszerűsítő feltételek figyelembevételével — olyan egyenleteket, illetve diagramokat dolgozott ki, amelyek alapján a talaj közelében alkonyatkor mért adatok felhasználásával kiszámítható a talajközeli levegőréteg várható éjszakai lehülése. Ha a levegő nedvességtartalmának változását a talajközeli levegőrétegben meg tudjuk határozni, a lehülés mértékének ismeretében eldönthetjük, lesz-e köd vagy sem. A nedvesség éjszakai változásának előrejelzése azonban a ködelőrejelzés legnehezebb feladatai közé tartozik, s nem ismerünk olyan módszert, amely erre minden esetben kielégítő megoldást szolgáltat.

*Koselenko* [3] a nedvességtartalmat jelző harmatpontnak éjszakai változását az alkonyatkor mért függőleges harmatpont gradiens felhasználásával jelzi előre. *Saunders* [4] szerint viszont a ködkeletkezés hőmérséklete a késődelután végzett légállapotmérések hőmérsékleti és nedvességi adataiból határozható meg. *Morales* [5] mezo-aerológiai mérései azt mutatták, hogy kisugárzási köd csak akkor keletkezik, ha az alkonyati órákban legalább 100 méteres levegőrétegben magas a nedvesség. Ezek a vizsgálatok arra utalnak, hogy a légállapotjelzők vertikális eloszlása jelentékenyen módosíthatja a ködkeletkezés feltételeit. A statisztikai ködelőrejelző eljárások ugyancsak felhasználják a légállapotjelzők magassági menetét. *Swinbank* [6] a fajlagos nedvességnek az alsó 25 mb vastag légrétegben mért vertikális gradiensét, *Freeman* [7] pedig a hőmérsékleti gradiens értékét vette figyelembe. *George* [8] olyan módszert dolgozott ki, amely felhasználja a talajszint fölötti 50—100 mb vastag levegőréteg hőmérsékleti és nedvességi karakterisztikáit.

Általánosan az említett eljárásokat nem használhatjuk fel. A köd keletkezését meghatározó fizikai törvényszerűségek érvényesülésének feltételei ui. egy adott helyen

lényeges mértékben függenek a hely fizikai-földrajzi sajátosságaitól, beleértve az éghajlati adottságokat is. Az operatív ködelőrejelző módszerek ezért azoknak az állomásoknak a megfigyeléseit használják fel az előrejelzésre szolgáló egyenletek állandóinak meghatározásához, illetve diagramok megszerkesztéséhez, amelyekben az adott módszer használni kívánják. Következésképp az egyenletek, illetve diagramok nem alkalmazhatók azonos eredménnyel más állomásokon. Ezért az operatív ködelőrejelző módszerek felhasználása nem terjedhetett el széles körben.

Az elmondottak figyelembevételével statisztikai eljárást dolgoztunk ki a Ferihegyi repülőtérén keletkező kisugárzási ködök előrejelzésére. Először azt vizsgáltuk meg, hogy a George-féle ködelőrejelző eljárásban [8] használt aerológiai paraméterek milyen kapcsolatban állnak a ferihegyi kisugárzási ködök keletkezésével [9]. E paraméterek a következők:

1. A *hőmérsékleti kontraszt* az alsó 50 mb-os légrétegben és a 2 m-es szintben mért hőmérséklet között (*George* hőmérsékleti gradiense). Ez a talaj fölött 50 mb-ral, vagy az e szint alatt elhelyezkedő inverzió csúcán mért hőmérsékleti értéknek (ha van 50 mb-nál alacsonyabb inverzió ebben a rétegben) és a talajon mért hőmérsékleti értéknek a különbsége, fokokban.

2. A *nedvességi kontraszt* az alsó 50 mb-os légréteg és a 2 m-es szint között (harmatponti gradiens). Ez a talaj fölött 50 mb-ral, vagy az e szint alatt elhelyezkedő inverzió csúcán mért harmatponti értéknek (ha van 50 mb-nál alacsonyabb nedvességi inverzió ebben a rétegben) és a talajmenti harmatponton át az izogramokkal párhuzamosan húzott egyenesnek a megfelelő szintben fölvetett értéke közötti különbség, fokokban.

3. A *hőmérséklet átlagos változása* a talaj mentén elhelyezkedő levegőréteg fölött (átlagos hőmérsékleti gradiens). Ennek értékét úgy számíthatjuk ki, hogy a hőmérsékleti görbének az esetleges talajmenti inverzió fölött elhelyezkedő legalább 60 mb vastag szakaszát lefelé az 1000 mb-os, felfelé a 900 mb-os szintig meghosszabbítjuk (szükség szerint), s vesszük a két szinten fölvetett hőmérsékletek közötti különbséget. Azokat az eseteket, amikor az átlagos hőmérsékleti gradiens 0, vagy 0-nál kisebb (900 mb-on magasabb hőmérséklet, mint 1000 mb-on), 0-val kell jelölni.

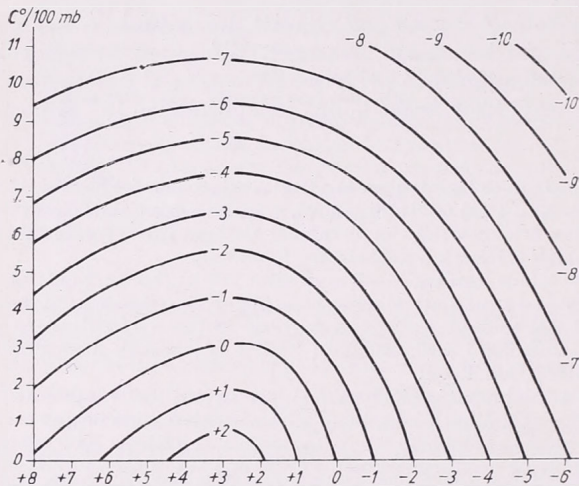
4. Az *átlagos harmatpontdepresszió* az alsó 50 mb-os légrétegben. Ehhez meg kell határozni a hőmérsékleti és nedvességi görbe középpértékét ebben a rétegben, s e két középpérték közötti különbség fokokban kifejezve az átlagos harmatpontdepresszió. (A középpérték kiszámítását területi közepeléssel végezhetjük el.)

A fenti aerológiai paramétereknek a kisugárzási köd keletkezésével való kapcsolatának vizsgálatához felhasználtuk Ferihegyi repülőtér ködviszonyainak elemzése során [10] megállapított kisugárzási ködök közül azokat az eseteket, amelyekben a szinoptikus helyzet nem változott lényegesen a kisugárzási köd keletkezése előtt. Ugyanazokból az évekből (1955—63) kiválasztottunk október 1. és március 31. közé eső olyan éjszakákat, amikor az éjszaka jelentékeny részében a talajszél sebessége nem haladta meg a 4 m/s értéket, és derült, vagy gyengén felhős idő volt. Ezek az éjszakák a kisugárzási köd keletkezésére kedvező föltételt biztosítottak, de köd nem keletkezett. E vizsgálat során megállapítottuk, hogy a legszorosabb kapcsolatban a köd keletkezésével az aerológiai paraméterek közül az *átlagos harmatpontdepresszió* áll. A 18 GMT-kor mért hőmérsékleti kontraszt és az éjjélkor mért hőmérsékleti és nedvességi kontraszt bizonyult a legkevésbé alkalmazhatónak a köd előrejelzésére. Kimutattuk, hogy ezekben az esetekben e paraméterek átlagértékeiktől számított eltérések szorosabb kapcsolatban állnak a köd keletkezésével, mint e paraméterek ténylegesen mért értékei.

Az 1955—63-as évekből választott ködös és ködmentes éjszakákon, valamint ezeket megelőzően a déli órákban, illetve este végzett légállapotméréseket használtuk fel statisztikai módszer kidolgozásához a kisugárzási köd előrejelzésére. Mivel a vizsgált aerológiai paraméterek kisebb vagy nagyobb mértékben kapcsolatban állnak a kisugárzási köd keletkezésével, igyekeztünk együttes hatásukat megállapítani. E feladatot a következő módszerrel oldottuk meg:

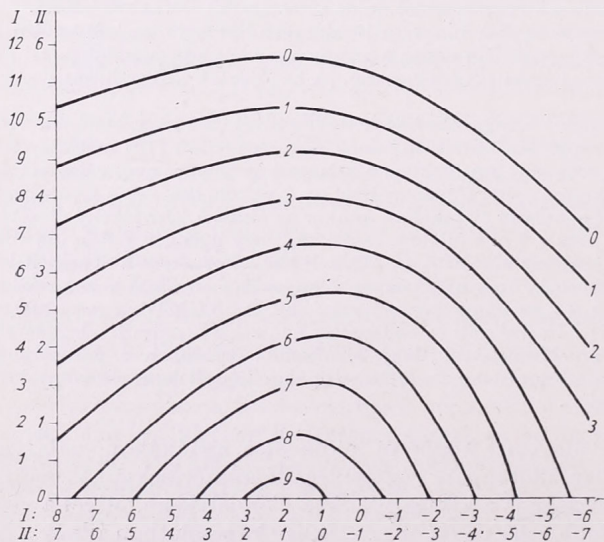
A hőmérsékleti és nedvességi paramétereket páronként olyan koordinátarendszerben rajzoltuk fel, amelyek vízszintes tengelyére az alsó 50 mb-os légréteg és a talajszint közötti hőmérsékleti, ill. nedvességi kontraszt értékét, függőleges tengelyére az előzőekben meghatározott átlagos hőmérsékleti gradiens, ill. harmatpontdepresszió értékét mértük fel. Ily módon felszállásonként két-két diagramot kaptunk, amelyeken a ködös és ködmentes esetek elhelyezkedése (szórása) tükrözte az adott paraméterek

együttes hatását a köd keletkezésének valószínűségére. Ennek számszerű meghatározására az egyes diagramokon területrészeket különítettünk el, s megállapítottuk, hogy az egyes területrészekeken mekkora a ködös esetek relatív gyakorisága. Az így kapott területi valószínűségi értékekből izoplétarendszert szerkesztettünk. Az izopléták alapján a hőmérsékleti paramétereket feltüntető diagramon ún. hőmérsékleti indexet,



1. ábra. A hőmérsékleti index kiszámítása: Az ordinátán az átlagos hőmérsékleti gradiens 1000 és 900 mb között,  $C^\circ/100$  mb, az abszcisszán a hőmérsékleti kontraszt az alsó 50 mb vastag légréteg és a talajszint között, fokokban

Abb. 1. Berechnung des Temperaturindexes: Ordinate ist der durchschnittliche Temperaturgradient zwischen 1000 und 900 mb in  $C^\circ/100$  mb. Abszisse ist die Temperaturabweichung zwischen der unteren 50 mb starken Luftschicht und dem Bodenniveau, in Graden



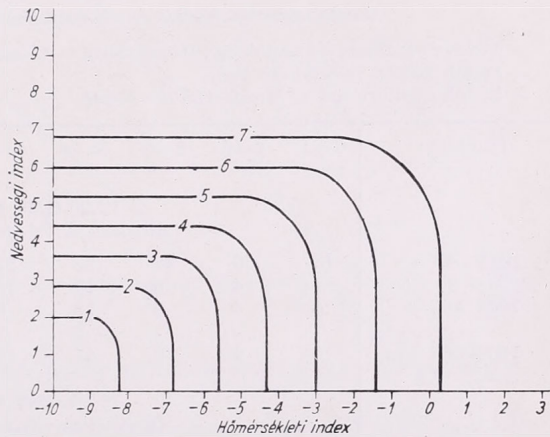
2. ábra. A nedvességi index kiszámítása: Az ordinátán I = átlagos harmatpontdepresszió az alsó 50 mb-ban, 12 és 18 óraker,  $C^\circ$ -ban, II = harmatpontdepresszió a talajon 00 óraker,  $C^\circ$ -ban; az abszcisszán a nedvességi kontraszt az alsó 50 mb vastag légréteg és a talajszint között, fokokban, I: 12 és 18 óraker, II: 00 óraker

Abb. 2. Errechnung des Feuchteindexes: An der Ordinate bedeutet I den durchschnittlichen Wert der Taupunktdepression in der untersten 50-mb-Schicht, um 12 und 18 Uhr, in Celsius-Graden; II ist die Taupunktdepression am Boden zu 24 Uhr; an der Abszisse befindet sich die Feuchtigkeitsabweichung zwischen der unteren 50-mb-Schicht und dem Bodenniveau, I: um 12 und 18 Uhr, II: um 00 Uhr

a harmatponti paraméterek alapján ún. nedvességi indexet állapítottunk meg, minden egyes ködös és ködmentes esetre. Az indexek meghatározására szolgáló izopléták növekvő számai megfelelnek a ködvalószínűség növekedésének. Ha a hőmérséklet egyenletesen csökken a talajtól 900 mb-ig, nincs szükség az átlagos hőmérsékleti gradiensként definiált paraméter külön meghatározására, ennek értéke ugyanis ezekben az esetekben függvénye az alsó 50 mb-ban mért kontrasztnak. Ezért a hőmérsékleti izopléták

tákat úgy szerkesztettük meg, hogy ekkor a hőmérsékleti index a hőmérsékleti kontraszt kétszeresével legyen egyenlő.

Az összetartozó hőmérsékleti és harmatponti indexeket ismét koordinátarendszerekben tüntettük fel: a vízszintes tengelyen a hőmérsékleti index, a függőleges tengelyen a nedvességi index szerepelt. A ködös és ködmentes esetek alapján a diagramokon ugyancsak izoplétarendszert állapítottunk meg, és így e „köddiagramok” izoplétái a négy választott aerológiai paraméter ködkeletkezésre gyakorolt együttes hatását tükrözték. A déli, esti, ill. éjszakai felszállások alapján külön-külön szerkesztett diagramok együttes tanulmányozása során arra a következtetésre jutottunk, hogy — a valószínűségi vonalak kisméretű kiigazításával — ezek a diagramok egyesíthetők, és ugyanaz a diagramsorozat felhasználható a déli, esti, ill. éjszakai légállapotmérések alapján a kisugárzási köd valószínűségének meghatározására. A diagramok egyesítését elsősorban az tette lehetővé, hogy a különböző időpontban végzett felszállások adatai a diagramok más-más részein sűrűsödtek, így az egyes izovonalak futását azonos időponthoz tartozó adatok zöme határozta meg.



3. ábra. Köddiagram  
Abb 3. Nebeldiagramm

Az ily módon egyesített diagramokat mutatjuk be az 1—3. ábrán. E diagramokon az izopléták azonos ködvalószínűségű helyeket kötnek össze. Az izovonalak futása tájékoztatást ad az adott paramétereknek a köd keletkezésére gyakorolt hatásáról. A hőmérsékleti, ill. nedvességi kontraszt azonos értékei mellett a valószínűségi mértékszám növekszik a koordinátarendszer alaptengelye felé való közeledés mértékében. Azonos átlagos hőmérsékleti gradiens, ill. átlagos harmatpontdepresszió esetén azonban a valószínűségi mértékszám maximális értéke kis pozitív hőmérsékleti, ill. nedvességi kontraszt mellett található. Ennek oka — mint e paraméterek vizsgálatánál is kitént — az, hogy túlságosan nagy kontraszt (jelentékeny hőmérsékleti, ill. harmatponti inverzió) már nem kedvező a köd keletkezésére. Ugyancsak az erre vonatkozó vizsgálat alapján — mivel a hőmérsékleti és nedvességi kontraszt éjjelkor mért értékei külön-külön is gyenge kapcsolatban állnak a köd keletkezésével — a köd valószínűségének meghatározásában kedvezőbb eredményt értünk el, ha az éjjeli felszállások adataiból a harmatpontdepresszióknak csak a rádiószondázó állomáson a talajon megállapított értékét használtuk fel. Éjjeli felszállásoknál a nedvességi index meghatározására szolgáló diagramon a megfelelő skálákat kell figyelembe venni.

A hőmérsékleti indexszel, mint abszcisszával, és nedvességi indexszel, mint ordinátával felrajzolt pontok tették lehetővé a köddiagram izovonalainak meghúzását. Az izovonalak növekvő számértékei a köd növekvő valószínűségének felelnek meg.

Valamennyi diagramunkon az izovonalakat az 1955—63. év adatai alapján állapítottuk meg. Ebben az időszakban 1957. április 1-ig a déli felszállásokat 15, az éjszakaiakat 03 GMT-kor végezték, s csak ezután tértek rá a 12, illetve 00 GMT-kor történő mérésekre. 18 GMT-s felszállások rendszeresen csak 1959-től állnak rendelkezésünkre, így a ködelőrejelző eljárás kidolgozásához csak ebből a négy évből választott adatokat használhattuk fel. Annak ellenőrzésére, hogy a kapott valószínűségi vonalak a valóban fennálló fizikai törvényszerűségeket tükrözik, kiválasztottuk az 1963—65. év megfelelő időszakaiból a ferihegyi kisugárzási ködöket és azokat az éjszakaiakat, amelyek — hasonlóan a megelőző nyolc év ködmentes éjszakaihoz — a kisugárzási köd keletkezésére kedvező föltételt biztosítottak, de köd mégsem keletkezett. Ezekre az esetekre ugyancsak meghatároztuk az aerológiai paraméterek értékeit és a kapott ködös és ködmentes eseteket feltüntettük a köddiagramon. Az egyes izopléták közé eső esetek számát tünteti fel az I. táblázat.

### I. TÁBLÁZAT — TABELLE I.

Ködesetek előfordulásának gyakorisága a köddiagramon

*Vorkommenshäufigkeit von Nebelfällen am Nebeldiagramm*

$n$  = ködös és ködmentes napok együttes száma — *Gesamtzahl der Fälle mit und ohne Nebel*

$+$  = ködök száma — *Zahl der Nebel*

$\%$  = ködök gyakorisága — *Häufigkeit der Nebel*

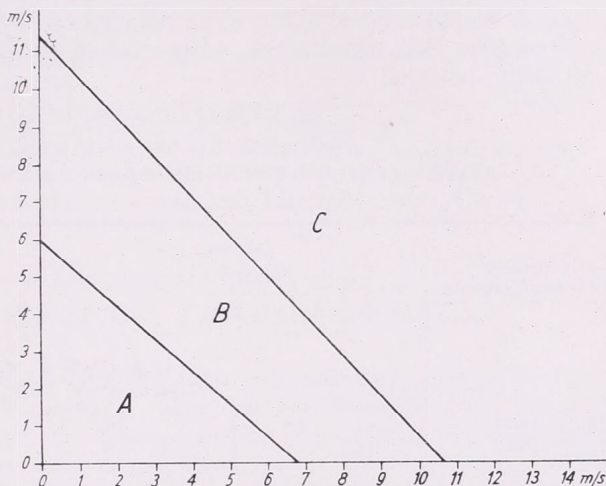
Izopléta:	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7	$\Sigma$
12 00 GMT felszállás adatai									
<i>Angaben der Aufstiege um 12 00 GMT</i>									
1955—63 $n$	18	30	47	28	27	38	23	17	228
$+$	.	4	6	10	13	20	19	15	87
1963—65 $n$	6	4	9	11	8	13	5	9	65
$+$	.	.	.	2	7	7	3	9	28
1955—65 $\%$	0	9	9	31	57	53	79	92	39
18 00 GMT felszállás adatai									
<i>Angaben der Aufstiege um 18 00 GMT</i>									
1959—63 $n$	1	2	11	22	33	17	15	9	110
$+$	.	.	.	1	4	5	11	7	28
1963—65 $n$	.	.	3	6	11	12	13	20	65
$+$	.	.	.	.	2	3	7	16	28
1959—65 $\%$	0	0	0	4	13	27	64	80	32
00 00 GMT felszállás adatai									
<i>Angaben der Aufstiege um 00 00 GMT</i>									
1955—63 $n$	.	.	1	6	36	38	53	58	194
$+$	.	.	.	.	.	4	7	37	48
1963—65 $n$	.	.	.	1	7	18	11	18	55
$+$	.	.	.	.	1	3	2	12	18
1955—65 $\%$	.	.	0	0	2	13	14	64	27

A déli felszállások adatai alapján a 3. és 6. izopléta közötti tartományban a ködös és ködmentes esetek megközelítőleg azonos számban fordultak elő. Ezeknél az értékeknél a köd keletkezését vagy elmaradását jelentékeny mértékben befolyásolják a talaj fölötti légréteg mozgási viszonyai. Az ide tartozó esetek nagy részében — bár a kiválogatás szempontjai alapján a talaj mentén a szélesebbesség nem haladta túl a kritikusnak nevezhető 4 m/s értéket — az alsó néhány 100 m vastagságú légrétegben már olyan erős volt a szél, hogy a turbulens légmozgások megakadályozták részben a

kondenzációs termékek talaj közelében történő felhalmozódását, részben a talaj menti levegőrétegek lehülését a köd keletkezéséhez szükséges hőmérsékletekig. Ezért, ha a köddiagramot előrejelzési célra fel akarjuk használni, figyelembe kell vennünk e réteg szélviszonyait is. Ennek megfelelően fölvetjük ezekben az esetekben előrejelzési paraméterként a talaj fölött 25 mb-ral mért szélesség értékét (ez az adat egy-két kivételt nem tekintve megegyezett a talaj fölötti első szélmarkánszempont adatával). E szintben mért alacsony szélességi értékek esetén bizonyos fokú szélerősödés még nem gátolta meg a köd keletkezését, viszont abban az esetben is keletkezett köd, amikor a déli órákban ebben a szintben még 7—10 m/s sebességű szél fújt, éjszakára azonban

4. ábra. Segédlet a déli felszállások alapján készülő előrejelzésekhez: Az ordinátán a szélesség várható értéke éjjélkor, 300 m-en, az abszcisszán a szélesség tényleges értéke délben, 300 m-en

Abb. 4. Behelf zu Vorhersagen, die auf Grund der Mittagsaufstiege ausgearbeitet werden: Auf der Ordinate der für Mitternacht erwartete Wert der Windgeschwindigkeit in 300 m, an der Abszisse der tatsächliche Wert der Windgeschwindigkeit am Mittag, in 300 m.



nemcsak a talaj közelében, hanem az említett szintben is lényeges mértékben enyhült a szél.

A 18 GMT-s felszállások adatainak elemzésénél e szint széladatainak felhasználása a ködös és ködmentes esetek jobb megkülönböztetésére az 5,5. és 6. között, az éjjeli felszállások esetén a 7. izopléta fölött bizonyult célszerűnek.

A felszállás időpontjától függően tehát a kisugárzási köd valószínűségét a következő éjszaka folyamán, ill. az éjszaka hátralevő részében köddiagramunk 10 év megfigyelései alapján a következőképp szolgáltatja:

Ha a déli felszállás adataiból meghatározott pont a köddiagramon a 3. izopléta alá esik, nem lesz köd (91%);

ha ez a pont a 3. és 4. izopléta közé vagy a 4. és 6. izopléta közé esik, köd csak akkor valószínű, ha a szélesség tényleges és éjszakára várható értéke a talaj fölött 25 mb-ral a 4. ábrán bemutatott szélváltozási diagramon olyan pontot határoz meg, amely e diagram A, ill. A és B mezejébe esik (a köd valószínűsége a 3. és 6. izopléta közé eső „csendes” esetekben 75%, „szeles” esetekben 9%);

a 6. izopléta fölötti esetben ködre számíthatunk (valószínűsége a 6.—7. izopléta-közben 79%, a 7. izopléta fölött 92%).

Ha az esti felszállás alapján meghatározott pont a köddiagramon a 3. izopléta alá, a 4. és 5., ill. 5. és 6. izopléta közé esik, a köd elmaradásának nagyobb a valószínűsége (98, 87, ill. 63%). Az 5,5. és 6. izopléta közé eső 8 „szeles” esetből 1, 3 „csendes” esetből 2 alkalommal keletkezett köd („szeles” esetben a szél sebessége 25 mb-ral a talaj fölött alkonyatkor meghaladta a 6 m/s-t), így ebben az izoplétaközben „csendes” esetben számíthatunk a kisugárzási ködre (II. táblázat);

a 6. izopléta fölött a köd keletkezésének nagyobb a valószínűsége, mint elmaradásának (a 7. izoplétáig 64%, e fölött 80%).

Az éjszakai felszállások alapján az 5. izopléta alatti esetekben 2, az 5. és 7. izopléta közé eső esetekben 13—14, a 7. izopléta fölötti esetekben 64% a köd keletkezésének valószínűsége. A 7. izopléta vonal fölé eső 49 ködesetből 48-ban 25 mb-ral a talaj fölött 9 m/s-nél gyengébb volt a szél éjjelkor, a 27 ködmentes esetben viszont 17 alkalommal erősebb. Ezért a 9 m/s szélességi értéket kritikusként vehetjük az éjszakai felszállások alapján történő kisugárzási ködelőrejelzésnél. A ködesetek előfordulásának gyakoriságát részletesen az I. táblázat tünteti fel, s mint látható, a köddiagram izoplétái azonosnak tekinthető valószínűséggel szolgáltatják a kisugárzási köd bekövetkezését az alapul szolgáló nyolc, és az ellenőrzésül szolgáló statisztikailag független két év adataira. A kisugárzási köd valószínűségének meghatározására a leírt módszert tehát alkalmazhatjuk.

## II. TÁBLÁZAT — TABELLE II.

Szélviszonyok hatása a köd keletkezésére

*Auswirkung der Windverhältnisse auf das Entstehen der Strahlungsnebel*

(*n*, +, % jelölés, mint az I. tábl.-ban — *n*, +, % Zeichnungen wie in Tab. I)

Szélviszonyok <i>Windverhältnisse</i>	„szeles” <i>„windig”</i>			„csendes” <i>„windstill”</i>		
	<i>n</i>	+	%	<i>n</i>	+	%
12 00 GMT, 3—6. izopléta <i>Isoplethen Nr. 3—6., 12 00 GMT</i>						
1955—1963	41	4	10	52	39	75
1963—1965	12	1	8	20	15	75
18 00 GMT, 5,5—6. izopléta <i>Isoplethen Nr. 5,5—6., 18 00 GMT</i>						
1959—1963	3	1	—	3	2	—
1963—1965	5	0	—	0	0	—

A diagramok megszerkesztésére összesen 532, ellenőrzésére 185 felszállás adatát használtuk fel. Ha ködöt akkor jelzünk előre, amikor valószínűsége meghaladja az 50%-ot, módszerünk alapján végzett ködelőrejelzés átlagos bevalása 84%, a Heidkeféle *scill score* átlagos értéke 0,65. A statisztikailag független évek adataira a bevalás átlagos értéke 81%, a ködesetek előrejelzése ezekre az évekre 84%-ban volt sikeres. A legjobb eredményeket a déli felszállás adatainak felhasználásával kaptuk. Ennek okául azt véljük, hogy a kisugárzási köd keletkezésére kedvező időjárási helyzetekben a déli rádiószondás légállapotmérések már utalnak arra, hogy az elkövetkező éjszaka folyamán kisugárzási ködre lehet számítani. Azok az erősen ködhajlamos esetek, amikor még 18 GMT előtt kisugárzási köd keletkezik, már nem szolgálnak a köd „keletkezésének” előrejelzésére — 18 GMT-kor. Hasonló okok miatt még kevesebb ködeset állt rendelkezésünkre éjjelkor (a köd keletkezésének valószínűsége az összes vizsgált eset alapján délben 39%, estére 32, éjjelre 27%-ra csökken e miatt). Bár az éjszakai felszállás időpontja áll legközelebb a köd keletkezésére kritikus időszakhoz (napkelte), a köd előrejelzésében kedvezőtlenebb eredményt kaptunk az éjszakai felszállás adatainak felhasználásával. Ebben közrejátszik föltétlenül az, hogy ekkorra a köd keletkezésének és elmaradásának föltételei igen közel állnak egymáshoz. Mivel a rendelkezésre álló 10 év anyagából nemesak a legmarkánsabb eseteket választottuk ki, diagramjaink kellő támpontot nyújthatnak a kisugárzási köd keletkezésére kedvező éjszakai előrejelzések elkészítésében.

- [1] *Taylor, Y.*: The Formation of Fog and Mist. Quarterly Journal, Vol. 43. 1917.
- [2] *Berljand, M. E.*: Predszkazanyije i regulirovanyije tjoplovovo rezsima prizemново szloja atmosferü. Leningrad, 1956.
- [3] *Koselenko, I. V.*: O prognoze radiacionnovo tumana. Metyeorologija i Hidrologija No. 3. 1956.
- [4] *Saunders, W. E.*: Method of Forecasting the Temperature of Fog Formation. Met. Mag. Vol. 79. 1950.
- [5] *Morales, C.*: Synoptic and Meso-aerological Study of Radiation Fog. Archiv für Met., Geoph. und Biokl. Serie A. Band. 10. 1958.
- [6] *Petterssen, S.*: Weather Analysis and Forecasting. Mist, Fog and Stratus. Vol. II. Chapter 24. New York 1956.
- [7] *Freeman, M. H.*: A Graphical Method of Objective Forecasting Derived by Statistical Techniques. Quarterly Journal. Vol. 87. 1961.
- [8] *George, J. J.*: Weather Forecasting for Aeronautics. The Prediction of Very Low Ceiling and Fogs. Chapter 12. New York 1960.
- [9] *Adányi L.*: Aerológiai paraméterek kapcsolata kisugárzási kódok keletkezésével. Beszámoló az OMI-ban végzett tudományos kutatásokról. 1966. Megjelenés alatt.
- [10] *Adányi L.,—Máhr J.*: Férihegy-repülőtér kódviszonyainak szinoptikus elemzése. Beszámoló az OMI-ban végzett tudományos kutatásokról. 1965. Megjelenés alatt.

\*

## EINE STATISTISCHE METHODE ZUR VORHERSAGE DES STRAHLUNGSNEBELS

In Rahmen der im Laufe der letzteren Jahre ausgearbeiteten Verfahren für die Nebelvorhersage (3, 4, 6, 7, 8) gelangen außer den am Boden beobachteten Angaben auch charakteristische Werte der Zustandsgrößen (Temperatur, Feuchtigkeit) zur Verwendung, welche in einer Höhe von einigen hundert Meter gemessen werden. Diese Verfahren können nicht allgemein verwendet werden, da die Bedingungen, unter welchen die für die Nebelbildung bestimmende physikalischen Gesetzmäßigkeiten zur Geltung gelangen, in wesentlicher Weise von den physikalisch-geographischen Besonderheiten des betreffenden Ortes abhängig sind, die auch die klimatischen Gegebenheiten enthalten. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache gingen wir daran, eine statistische Methode für die Vorhersage der am Flughafen Budapest-Férihegy auftretenden Strahlungsnebel unter Verwendung der *George'schen* aerologischen Parameter [8] auszuarbeiten. Es besteht ein Zusammenhang zwischen diesen Parameterwerten und des Auftretens der Strahlungsnebel in Férihegy [9].

Das ausgearbeitete Verfahren gibt es an, und zwar auf Grund der aus den Aufstiegen 1200, 1800 und 0000 GMT errechneten Parameterwerten, mit welcher Wahrscheinlichkeit im Laufe der künftigen Nacht bzw. in dem noch bevorstehenden Teile der Nacht ein Strahlungsnebel zur Ausbildung kommen wird. Auf Grund des Temperaturunterschiedes, der zwischen der untersten 50 mb starken Luftschicht und der Bodenoberfläche besteht, und auf Grund des mittleren Temperaturgradienten in der Schicht zwischen 1000 und 900 mb (in Einheiten Grad/100 mb gemessen) wird ein sog. Temperaturindex festgestellt (Abb. 1). Weiter wird auf Grund des Feuchtigkeitsgegensatzes, der zwischen der untersten 50 mb dicken Luftschicht und der Bodenoberfläche besteht, sowie auf Grund des zu 1200 und 1800 GMT in der untersten 50-mb-Schicht gemessenen durchschnittlichen Wertes der Taupunktdepression bzw. des um 0000 GMT am Boden gemessenen Wertes der Taupunktdepression ein sog. Feuchtigkeitsindex festgestellt (Abb. 2). Auf Grund dieser beiden Indizes erhält man am sog. Nebeldiagramm (Abb. 3) einen Isoplethenwert. An allen drei Diagrammen entsprechen zunehmende Werte der Isoplethen einer zunehmenden Nebelwahrscheinlichkeit.

Die Nebelwahrscheinlichkeiten für die einzelnen Isoplethenintervalle können auf Grund der aus den zur verschiedenen Zeitpunkten ausgeführten Aufstiegen gewonnenen Angaben der Tabelle I. entnommen werden. Die Wahrscheinlichkeitsisoplethen wurden aus den Beobachtungsdaten aus 8 Jahren (im Falle der 1800 GMT Aufstiege aus 4 Jahren) konstruiert. Eine Vereinigung der Isoplethen wurde dadurch ermöglicht, daß die Punkte, die auf Grund der zu verschiedenen Zeitpunkten ausgeführten Aufstiegen eingetragen wurden, an verschiedenen Stellen der Diagramme eine Verdichtung erfuhren, und in dieser Weise konnte der Verlauf der Kurven auf Grund der Mehrzahl solcher Punkte festgestellt werden, die einem und demselben Aufstiegszeitpunkt angehörten. Zur Überprüfung dessen, ob durch die erhaltenen Wahrscheinlichkeitswerten die tatsächlich bestehenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten widerspiegelt werden, wurden die Daten der aus den entsprechenden Zeiträumen der Jahre 1963—1965 gewählten Strahlungsnebel und nebelfreien Nächte im Nebeldiagramm ebenfalls eingetragen und die Häufigkeiten derselben für die einzelnen Isoplethenintervalle wurden festgestellt. Diese finden sich ebenfalls in Tabelle I.

Auf Grund der Mittagsaufstiege findet man im 3. und 6. Isoplethenintervall eine Nebelbildungswahrscheinlichkeit von 30—60 %. In diesen Fällen können zu einer besseren Absonderung der Nebelfälle die Windverhältnisse in den unteren einigen 100 m dicken Schicht herangezogen werden. Befindet sich der Punkt am Nebeldiagramm zwischen den Isoplethen 3 und 4, bzw. 4 und 6, so kann ein Nebel nur dann erwartet werden, wenn der tatsächliche und der vorhergesagte Wert der Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 25 mb über dem Boden einem solchen Punkte am Windänderungsdiagramm in Abb. 4 entspricht, der sich in den Gebieten *A* oder *A* und *B* dieses Diagramms befindet. Die Nebelwahrscheinlichkeit beträgt für Punkte, welche sich zwischen Isoplethe 3 und Isoplethe 6 befinden, in „windstillen Fällen“ 75%, hingegen in den windigen Fällen nur 8—10%.

Zur Konstruktion der Diagramme wurden die Angaben aus insgesamt 532, zu deren Überprüfung die Angaben aus 185 Aufstiegen verwendet. Wird bei einer Nebelwahrscheinlichkeit von mehr als 50% ein Nebel vorhergesagt, so erreicht man mit Hilfe des Verfahrens eine durchschnittliche Eintreffgenauigkeit von 84% und der Wert des Skill Score nach *Heidke* hat den Wert 0,65. Für statistisch unabhängige Jahre hat man eine durchschnittliche Eintreffgenauigkeit von 81%, und für die Vorhersagen, die auf Nebel lauten, hat man in diesen Jahren einen Erfolg von 84%. Beste Ergebnisse konnten unter Verwendung der Mittagsaufstiege erreicht werden. Die Ursache dieser Tatsache liegt wahrscheinlich darin, daß in Wetterlagen, die für die Ausbildung eines Strahlungsnebels günstig sind, die Angaben des Mittagsaufstieges schon einen Hinweis darauf enthalten, daß in der kommenden Nacht mit einem Strahlungsnebel zu rechnen ist. In den Fällen mit starker Nebelneigung, in welchen schon vor 1800 GMT ein Strahlungsnebel auftritt, kann der 1800 GMT Aufstieg nicht mehr zur „Vorhersage“ des Nebels dienen. Für den Mitternachtsaufstieg ist die Verwendbarkeit noch beschränkter. So ergibt sich die Lage, daß zwar der Mitternachtsaufstieg zeitlich am nächsten zu dem kritischen Zeitpunkt der Bildung eines Strahlungsnebels (dem Sonnenaufgange) liegt, erhält man dennoch ungünstigere Ergebnisse in der Nebelvorhersage bei der Verwendung des Mitternachtsaufstieges. Darin spielt unbedingt auch der Umstand eine Rolle, daß zu diesem Zeitpunkt die Bedingungen für die Bildung oder des Ausbleibens des Nebels schon recht dicht aneinander liegen. Da aus dem zur Verfügung stehenden 10-jährigen Material nicht nur die markantesten Fälle ausgewählt wurden, so können unsere Diagramme einen entsprechenden Stützpunkt für die Vorhersagen bieten, welche sich auf Nächte beziehen, die günstig für die Bildung eines Strahlungsnebels sind.

## Inverziók kapcsolata a légszennyeződéssel

*Связь инверсий с загрязненностью воздуха.* В настоящей статье сообщается об исследовании приземных инверсий за период с 1960 по 1964. Приводятся данные о повторяемости инверсий и об аэрологических подъемах инверсионного типа за указанный период. Максимум повторяемости инверсий приходится на зимний период и на ночные часы. Анализируется длительность инверсий, причем особое внимание уделяется срокам образования и размывания инверсий большой длительности. Длительно существующие инверсии наблюдаются только в зимнее полугодие: кратковременные — характерны для летнего полугодия. Обнаруживается связь появления инверсий с условиями облачности. Изучение условий ветра при подъемах инверсионного типа позволяет заключить, что для образования инверсий наиболее благоприятны слабые ветры. По данным за три года намечается хорошее совпадение между повторяемостью приземных инверсий и условиями загрязненности воздуха.

\*

Az elmúlt években a szakirodalomban számos cikk jelent meg, amelyek közvetlenül vagy közvetve a talajközeli légtér inverzióival, részben az inverziók statisztikai vizsgálatával, részben az inverziók és egyéb meteorológiai elemek kapcsolatával foglalkoztak. A hazánkban folyó kutatásokat kiterjesztettük az inverziók és a légköri szennyeződés, valamint a látástávolság kapcsolatának vizsgálatára is.

Korábban már több cikk foglalkozott a budapesti rádiószondás anyag alapján végzett inverziós kutatásokkal [4, 5]. Ezek aránylag rövid időszakot öleltek föl, s feladatuk inkább az volt, hogy kialakítsuk az inverziós feldolgozások megfelelő módszerét. Így sikerült kiválasztanunk az inverziókat jellemző tényezőket: az inverziós réteg alsó szintjének magasságát ( $H$ ), az inverziók vastagságát ( $\Delta H$ ), az inverziós rétegben uralkodó hőmérsékleti gradienst ( $\gamma$ ).

Jelen feldolgozás magában foglalja az 1960—1964 közötti 5 év inverziós eseteit az alsó 3 km magas légrétegből, a budapesti rádiószondás felszállások alapján. A vizsgált időszakban napi négy rádiószondás mérés volt, mégpedig 00, 06, 12 és 18 GMT időben. A napi négy mérés különösen az inverziók tartamának vizsgálata szempontjából volt jelentős, kevesebb számú mérés esetén a keletkezés és feloszlás időpontjának megállapítása pontatlanabban történhetett volna.

Az inverziók kijelölésekor figyelembe vettünk minden 0,1 C°/100 m-nél kisebb gradiensű réteget. Így feldolgoztuk az izotermiákat és a gradiens jelentősebb változásait is. Ezt a lépésünket indokolja a méréseknél használatos rádiószonda-típusok (Väisälä, ill. A-22/III) hőmérsékletmérési pontossága is, amely lényegesen kisebb 0,1 C°-nál. A határértékként választott 0,1 C°/100 m gradiensű légréteg fizikai hatásaiiban nem különbözik lényegesen a valódi inverziós rétegektől, viszont ez utóbbiak tartamának vizsgálatánál nagy a szerepe.

*Az inverziómentes napok száma az öt év folyamán havonta a következőképpen oszlott meg:*

Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.	Év
0	1	2	6	8	6	2	0	0	0	1	0	26

Öt év alatt tehát összesen 26 olyan nap fordult elő, amikor a négy felszállás egyikénél sem találunk inverziót. Hónapok szerinti eloszlásukat vizsgálva megállapíthatjuk, hogy legtöbb inverziómentes nap van tavasszal és nyáron (22 eset), míg ősszel és télen lényegesen kevesebbet (4 esetet) találunk. Az eloszlást azzal az ismertetéssel magyarázhatjuk, hogy a tavasz végére fölmelegedett szárazföld fölé megindult a hűvös óceáni légtömegek beáramlása, s ennek következtében szelesebbé válik az idő, júniusban pedig gyakran kialakul a monszonális, borult, szeles időjárás. Április—

június átlagos időjárása tehát gyakori frontátvonulásaival kedvezőtlenül hat az inverziók kialakulására.

Az *inverziós esetek* vizsgálatát gyakorlati okokból korlátoztuk az alsó 3 km-es légrétegre, mivel a légszennyeződés a magasabb rétegek inverzióival általában nincs kapcsolatban. Amennyiben felszább inverziós periódus alatt az inverziós réteg rövid időre 3 km fölé emelkedett, előfordulását szintén figyelembe vettük.

A vizsgálatokat két irányban végeztük el. Egyrészt kikerestük az összes előfordult inverziós esetek hónapok és felszállási időpontok szerinti eloszlását, másrészt kiszámítottuk az inverziós felszállások hónapok és felszállási időpontok szerinti relatív gyakorisági értékeit.

A feldolgozott 5 év alatt 7278 rádiószondás felszállás volt Budapesten. Ezek között 5652 esetben, vagyis az összes esetek 78%-ában észlelték inverziót a talajközeli 3 km-es rétegben. Az 5652 inverziós felszállás alkalmával 9388 inverziót figyeltünk meg, amelyeknek hónapok és felszállási időpontok szerinti eloszlását az I. táblázatban tüntettük fel.

### I. TÁBLÁZAT — TABELLE I.

*A talajközeli inverziók gyakorisági értékei (%)*  
Häufigkeitswerte der bodennahen Inversionen, %

Óra Stunde	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év Jahr	Amp.
0	10,9	9,0	8,8	6,7	6,4	6,3	6,8	8,0	8,6	9,1	9,0	10,4	100,0	4,6
6	10,7	9,4	9,4	7,0	6,2	5,2	6,5	7,2	8,6	9,9	8,9	11,0	100,0	5,8
12	13,8	11,6	10,3	5,0	4,0	4,7	4,5	5,0	6,8	9,8	10,2	14,3	100,0	10,3
18	14,1	10,6	8,9	3,8	3,6	3,3	3,3	4,8	8,3	11,6	12,4	15,3	100,0	12,0
K. é. Mittel	11,9	10,0	9,3	5,9	5,4	5,1	5,5	6,5	8,2	10,0	9,9	12,3	100,0	7,2

Láthatjuk, hogy mind a négy felszállási időpontban januártól júniusig a gyakorisági értékek csökkennek, majd decemberig fokozatosan növekednek. Eltérés csupán a maximum és minimum értékeinek beállításánál tapasztalható. Az inverziók gyakoriságának maximuma általában decemberre esik, kivétel a 00 órai időpont, itt a maximum januárra tolódik át. A minimumokat a 12 órai felszállás kivételével júniusban találjuk. Évi eloszlásban is a maximum decemberben, a minimum júniusban figyelhető meg.

Az 5 év alatt előfordult összes inverziós eset eloszlása igazolja azt az ismert tényt, hogy az inverzió általában téli jelenség. Ez különösen a táblázat utolsó sorában látható jól, ahol a napi négy felszállás havi középértékei szerepelnek. A téli hónapokban, a nyáriakhoz képest több, mint kétszeres gyakorisággal fordulnak elő inverziók. Érdekes eredményre jutunk, ha az évi menet amplitúdóit vizsgáljuk. Látható, hogy a 00 és 06 órai felszállásoknál kicsi az évi amplitúdó értéke, a 12 és 18 órai méréseknél viszont nagy. Ebből következik, hogy az éjszakai órákban nyáron is gyakran keletkezik inverzió, amely azután a déli-délutáni órákra feloszlik, így a déli órákra vo-

### II. TÁBLÁZAT — TABELLE II.

*Az inverziós felszállások relatív gyakorisága*  
Relative Häufigkeit der Aufstiege mit Inversionen

Óra Stunde	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	A.
0	95	94	90	86	81	85	81	92	90	93	90	97	16
6	90	94	88	81	73	70	69	87	92	94	90	94	25
12	92	86	80	53	43	51	52	53	69	83	81	98	55
18	92	88	74	41	39	35	32	44	76	80	91	93	61
K. é. Mittel	93	90	83	65	58	61	59	68	82	88	88	95	37

natkozottatott évi amplitúdó értéke megnövekszik. A táblázat függőleges oszlopait, azaz a napi meneteket vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy októbertől áprilisig, vagyis a téli félévben, 00 órától 18 óráig az inverziók relatív gyakorisági értéke növekszik, nyáron pedig csökken. Ez azt jelenti, hogy télen a déli-délutáni órákban viszonylagosan több inverzió van, mint éjszaka.

A II. táblázatban az inverziós felszállások relatív gyakoriságát (az előfordult esetek számát a lehetséges esetek százalékában) tüntettük fel. A vízszintes sorokban a felszállási időpontok szerinti gyakorisági értékek láthatók. Az évi menetet vizsgálva az I. táblázathoz hasonlóan azt kapjuk, hogy az inverziós felszállások gyakoriságának maximuma télen van, minimuma pedig május—június hónapra esik. Ez a megállapítás minden mérési időpontra érvényes. Az amplitúdók, vagyis a maximum és minimum közötti különbségek tekintetében megállapíthatjuk, hogy a gyakorisági értékek legkisebb ingadozása a 00 órai, legnagyobb pedig a 18 órai méréseknél figyelhető meg. Tehát nemcsak az inverziók száma, hanem az inverziós felszállások száma is igazolja azt a korábbi megállapításunkat, amely szerint nyáron az éjszakai órákban gyakran keletkeznek inverziók, ezek azonban a déli órákra feloszlanak.

Az inverziós felszállások gyakoriságának napi menetéről a II. táblázat függőleges oszlopainak vizsgálata alapján elmondhatjuk, hogy a téli félévben csak igen gyengén fejlett napi menet észlelhető, mégpedig 00 órától 18 óráig a gyakorisági érték kissé csökken, nyáron a csökkenés mértéke sokkal erősebb. Így januárban 95%-ról 92%-ra, júniusban viszont 85%-ról 35%-ra csökken 00 és 18 óra között az inverziós felszállások gyakorisági értéke.

Az I. táblázat szerint az téli félévben az inverziók gyakorisági értékei kissé növekednek 0 órától 18 óráig. Most viszont megállapítottuk, hogy az inverziós *felszállások* relatív gyakorisági értékei ugyanezen időközben, ha nem is nagy mértékben, de csökkennek. Ez azt jelenti, hogy bár az inverziós felszállások relatív gyakorisági értéke éjjeltől délutánig csökken, az előforduló inverziók száma ennek ellenére növekszik. Azaz télen a déli-délutáni órákban több inverziós réteg helyezkedik el egymás fölött, mint az éjszakai órákban. Ennek magyarázatára föltételezhetjük, hogy nem a kisugárzás vagy zsugorodás mértéke növekszik meg a déli órákban, hanem a reggeli órákban még homogén, vastag inverziós réteg a napsütés hatására rétegekre oszlik. Ezt kiválthatja többek között az inverziós rétegben összegyűlő szennyező anyagok (por, korom, stb.) időszakos fölmelegedése is. Ezek a fölmelegedett rétegek az éjszaka folyamán erősen kisugároznak, lehűlnek s így ismét egységessé válik az inverzió.

Vizsgálat alá vettük még az inverziók tartamának gyakoriságát is. Az inverziók tartamát egyszerűbben azon 6 óránként végzett felszállások, tehát negyednapok számával (periódus) jellemezhetjük, amelyekben közel azonos szintben egymással összefüggésbe hozható, folyamatos inverziós réteg figyelhető meg. Mint már említettük, a hosszabb inverziós periódusok folyamatosságát megszakító egyes inverziómentes felszállásokat nem vettük figyelembe. Föltételezhető ugyanis, hogy az inverziók hiányát mérési pontatlanság okozza. Kétséges esetekben az adiabatán lapon az állapotgörbét is figyelembe vettük, ahol az ilyen kimaradás, mint erős gradiens-változás jelentkezik.

### III. TÁBLÁZAT — TABELLE III.

*A talajközeli inverziók tartamgyakorisága*  
Dauerhäufigkeiten der bodennahen Inversionen

Periódus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	>15
1960	85	93	29	10	7	3	3	1	2	.	1	.	1	1	.	8
1961	100	108	13	5	5	.	1	4	2	1	1	2	.	.	.	6
1962	40	108	17	.	2	5	2	2	1	1	.	1	.	.	.	6
1963	67	151	65	15	2	4	7	5	1	1	1	.	.	1	1	8
1964	47	112	27	1	3	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	5
Összes Summe	339	572	151	31	19	14	13	12	7	3	3	3	1	2	1	33

A III. táblázatban összefoglaltuk az 5 év alatt előfordult inverziók tartam szerinti eloszlását a talaj és 1500 m közötti szinteken. Az 1500 méteres szint fölött az inverziós rétegek gyakran annyira összekeverednek, hogy nehezen hozhatók egymással kapcsolatba. Az 5 év gyakorisági összegeiben (alsó sor) legnagyobb gyakorisági értékkel a 2 negyednap hosszú, azaz 2 egymásutáni felszállásnál észlelhető inverziók szerepelnek (572 eset). A csak egy mérésnél észlelhető inverziók száma kevesebb, s még ennél is kevesebb a 3 negyednap hosszúságú inverziók száma.

A 3 negyednapnál hosszabb inverziók száma a periódus hosszának növekedésével rohamosan csökken. Ez a megállapításunk nemcsak az 5 év összegére, hanem az egyes évekre is igaz. Korábbi kutatásaink szerint [5] a rövid tartamú inverziók rendszerint nyáron keletkeznek, a hosszabb tartamú inverziók viszont kizárólag a téli félévben alakulnak ki. A két negyednap hosszú inverziók általában a 00—06 órai időszakban figyelhetők meg. A 3 negyednap hosszú inverziók viszont 18—06 óra között észlelhetők, főleg tavasszal és ősszel, amikor a korai napnyugta és késői napkelte lehetővé teszi kialakulásukat. Érdekeség kedvéért megemlítjük az 1964. évet, amikor viszonylag kevés hosszú tartamú inverzió volt, ennek magyarázatát az év rendellenes időjárásában kell keresnünk.

Érdekes összevetnünk a rövid és hosszú periódusokban előforduló inverziók számát. Korábban azt találtuk [5], hogy közel egyforma arányban fordul elő inverzió rövid és hosszú periódusban. Ez a másfél év megfigyelései alapján tett megállapítás az 5 évi anyag alapján is helytálló, ugyanis az 1—4 negyednap hosszúságú inverziós szakaszok 1967 inverziót tartalmaznak, ugyanakkor a hosszabb inverziós szakaszokban előforduló inverziók száma 1969.

#### IV. TÁBLÁZAT — TABELLE IV.

*A 24 óránál hosszabb tartamú inverziók előfordulásának utolsó és első dátumai*

Letzte und erste Zeitpunkte für das Auftreten einer Inversion mit einer Dauer von mehr als 24 Stunden

Év Jahr	Utolsó előfordulás Letztes Vorkommen	Első előfordulás Erstes Vorkommen
1960	II. 24-ig	X. 28-től
1961	II. 1-ig	XI. 24-től
1962	II. 4-ig	X. 28-től
1963	III. 12-ig	XI. 1-től
1964	IV. 1-ig	X. 1-től

A IV. táblázat, amely a 24 óránál (4 negyednap) hosszabb inverziós periódusok előfordulásának első és utolsó dátumát közli mind az 5 évben, igazolja azt a korábbi megállapításunkat, hogy hosszabb inverziós periódusok kizárólag a téli félévben fordulnak elő. Bár a táblázat dátumai között elég nagy a szórás, 24 óránál hosszabb inverziós periódus csak októbertől ápriliséig fordul elő.

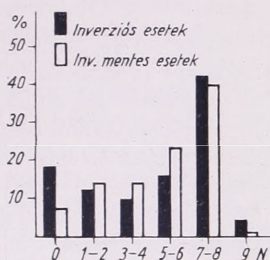
Az inverziók és az egyes meteorológiai elemek kapcsolatának vizsgálata egyrészt fontos az inverziók természetének megismerése szempontjából, másrészt elengedhetetlen az inverziók előrejelzése tekintetében. Az 1. ábrán az *összborultság* alakulását tüntettük fel az inverziós és inverziómentes felszállások esetében. A teljes borultság nagy gyakorisággal fordul elő inverziós és inverziómentes esetekben, a csökkenő borultsággal az inverziós és inverziómentes esetek gyakorisága csökken. A teljesen derült égbolt gyakorisága az 1—2 oktás borultsághoz képest inverziómentes esetekben tovább csökken, inverziós esetekben viszont növekszik.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a teljesen borult égbolt nem kedvezőtlen az inverziók kialakulása szempontjából, a teljesen derült égbolt viszont kedvező.

A teljesen borult inverziós esetek nagy gyakoriságával korábban már foglalkoztunk, ez az eredmény a zsugorodási inverzióknál fellépő kisugárzási felhőzet kialakulásával magyarázható. Nem szabad kizárnunk annak a lehetőségét sem, hogy különösen magas szintű felhőzet mellett, borult égbolt esetén is kialakulhat kisugárzási inverzió.

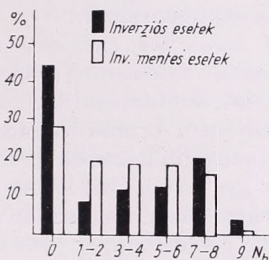
A 2. ábrán az inverziók és az *alacsony szintű* felhőzet kapcsolatát ábrázoltuk. Megfigyelhetjük, hogy az alacsony szintű felhőzet hiánya kedvezően hat az inverziók kialakulására, ugyanakkor gyakran kíséri kisugárzási felhőzet az inverziókat. Említésre méltó az inverziók és a ködös esetek együttes előfordulása is, ugyanis az esetek mindössze 0,5%-ánál volt köd inverziómentes felszállásnál. Ezek a ködök valószínűleg nem kisugárzás, hanem keveredés, áramlás útján keletkeztek.

Az inverziós és inverziómentes felszállások idején a szélirány gyakoriságának eloszlását vizsgálva (3. ábra) szembevetendő az északi és keleti szelek nagy gyakorisága inverziós esetekben. Mindenesetre az északi szeleknek hasonlóan nagy gyakorisága van inverziómentes esetekben is, s ez a gyakoriság megegyezik az 5 évi átlagos N széliránygyakorisággal. Az S irányú szeleknél sem tapasztalható lényeges eltérés az



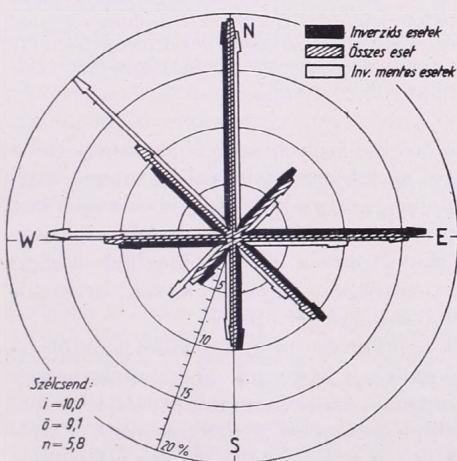
1. ábra. Az összbőrletség százalékos gyakorisága inverziós és inverziómentes esetekben

Abb. 1. Prozentuale Häufigkeit der Gesamtbevölkerung in Inversionsfällen und inversionsfreien Fällen (Dunkel: Inversionsfälle, licht: inversionsfreie Fälle)



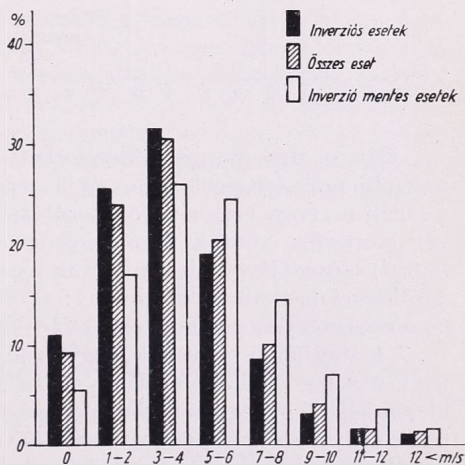
2. ábra. Az alacsony szintű felhőzet százalékos gyakorisága inverziós és inverziómentes esetekben

Abb. 2. Prozentuelle Häufigkeit der niederen Bewölkung in Inversionsfällen und inversionsfreien Fällen (Dunkel: Inversionsfälle, licht: inversionsfreie Fälle)



3. ábra. Széliránygyakoriságok inverziós és inverziómentes esetekben

Abb. 3. Windrichtungshäufigkeiten in Inversionsfällen und inversionsfreien Fällen (Dunkel: Inversionsfälle, licht: inversionsfreie Fälle, gestrichelt: gesamte Fälle)



4. ábra. Szélsebesség gyakoriságok inverziós és inverziómentes esetekben

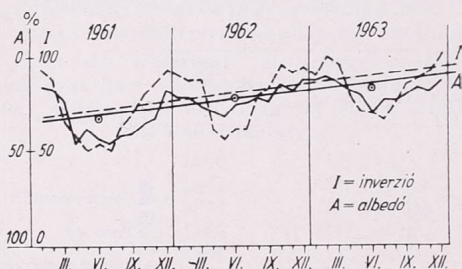
Abb. 4. Windgeschwindigkeitshäufigkeiten in Inversionsfällen und in inversionsfreien Fällen (Dunkel: Inversionsfälle, licht: inversionsfreie Fälle, gestrichelt: gesamte Fälle)

átlagostól inverziós és inverziómentes esetekben. Keleti szeleknek az átlagosnál nagyobb gyakorisága van inverziós esetekben, és lényegesen kisebb inverziómentes eseteknél. Ennek az az oka, hogy a Kelet-Európa felett elhelyezkedő anticiklon hatására létrejövő kisugárzási inverziók idején gyenge, keleties irányú szelek fújnak.

A nyugati, északnyugati szeleknek nagy a gyakorisága inverziómentes esetekben. Ennek az a magyarázata, hogy ezek a szelek főleg frontokkal kapcsolatosak, s viszonylag erősek. Annak érdekében, hogy kimutathassuk, mely szélirányoknál van szigni-

fikáns különbség az inverziós és inverziómentes esetek széliránygyakorisága között, kiszámítottuk a 99,73% megbízhatóságú konfidenciahatárok értékeit az egyes szélirányokra. Azt találtuk, hogy a N és S szélirányoknál nincs szignifikáns különbség inverziós és inverziómentes esetekben. A NE, E, SE irányok inverziós esetekben, a NW, W, SW irányok inverziómentes esetekben szignifikánsan kiemelkedő gyakoriságúak. Kimondhatjuk tehát, hogy a keleties szélirányok kedvezők az inverziók kialakulása szempontjából.

A 4. ábrán a szélesebesség gyakorisági értékeit tüntettük fel az inverziós (sötét oszlop), az inverziómentes (világos oszlop) és az összes napokon (vonalkázott oszlop). Már az első rátekintésre láthatjuk, hogy az ábra két egymástól jól elkülöníthető részre bontható. Az ábra bal oldalán, kis szélességek esetében, az inverziós esetek gyakorisága nagyobb nemcsak az inverziómentes eseteknek, hanem az átlagos szélesebességnek a gyakoriságánál is. Az 5 m/sec szélesebesség érték fölött az inverziós esetek gyakorisága erősen csökken, az inverziómentes esetek gyengébben csökkenő gyakorisága pedig meghaladja az összes esetekből számított gyakorisági értéket is.



5. ábra. A légszennyezettség (A) havi középértékének és az inverziók (I) relatív gyakoriságának kapcsolata. (Folytonos vonal: albedó, szaggatott vonal: inverzió)

Abb. 5. Zusammenhang zwischen den Monatsmittelwerten der Luftverunreinigung (A) und der relativen Häufigkeit der Inversionen (I) (Ausgezogene Kurve: Albedo, unterbrochene Kurve: Inversionen)

Bár az ábra alapján föltételezhetjük, hogy a kis szélesebességek az inverziós, a nagyobb szélesebességek pedig az inverziómentes esetekben gyakoribbak, mégis megvizsgáltuk, hogy ezek a különbségek szignifikánsak-e. A szélesebesség gyakoriságokat két csoportba vontuk össze: gyenge szelek (0–4 m/sec) és erős szelek (4 m/sec fölötti) csoportjára. Kiszámítottuk az egyes csoportokra a 99,73% megbízhatóságú konfidenciahatárokat. Eredmény: az inverziós esetekben a gyenge szelek, inverziómentes esetekben pedig az erős szelek szignifikánsan gyakoribbak.

A 4. ábrából az is kiténik, hogy az inverziók keletkezése szempontjából nem föltétlen szükséges a teljes szélcsend, erre a gyenge szelek is kedvezők. A kis szélesebesség idején fellépő gyengébb turbulencia ui. nem szaggatja fel az inverziókat, sőt lehetővé teszi, hogy a kisugárzás okozta lehülés vastagabb légrétegekre terjedhessen ki. A szélcsend esetén keletkező inverzió vékony marad, mivel a benne levő stabilis rétegződés miatt a hőtadás csak vezetés útán történhet.

Az inverziókban lévő stabilis rétegződésnek azonban egyéb kihatásai is vannak. Közismert tény, hogy a turbulencia okozta keveredés hiányában a szennyező anyagok az inverziós rétegben összegyűlnek. Ez a jelenség különösen a nagyvárosokban és a nagyobb ipartelek körzetében figyelhető jól meg. Természetes tehát, ha összefüggést keresünk az inverziók kialakulása és a légszennyeződés között.

Már korábban is történt erre kísérlet [5], amely azonban csak egy év anyagára támaszkodott. Időközben Simon Antal [3] feldolgozta a budapesti koromszennyeződésméréseket 1961–63-ról. Megállapítása szerint az Aerológiai Observatórium területén a koromszennyeződés mértéke a vizsgált 3 év alatt fokozatosan növekedett. Tekintettel arra, hogy a növekedés elsősorban keleties irányú szeleknél volt észlelhető és hogy az Observatóriumtól keletre nincs jelentősebb ipari objektum, a szerző arra a következtetésre jutott, hogy nem helyi hatás, hanem Közép-Európában az

alsó troposzférában bekövetkezett szennyeződés növekedése játszott döntő szerepet az eredmény kialakításában.

Felmerül a kérdés, milyen okok válthatják ki nagyobb térségekben a levegő szennyeződésének jelentős mérvű növekedését. Feltételezhető ugyanis, hogy a növekedés mértéke nem magyarázható csupán a szennyet kibocsátó források számának növekedésével. Összeállítottuk tehát ezen időszakról az inverziók havi gyakorisági értékeit és összevetettük *Simon* eredményeivel (5. ábra).

Az ábrán folyamatos vonallal a légszennyeződés havi középértékeit, szaggatott vonallal pedig az inverziók havi gyakorisági értékeit tüntettük fel. A léptéket a két görbénél ellentétesen kellett felvennünk, hiszen a koromszennyeződés jellemzésére fehér szűrőpapírnak az átszívott szennyezett levegő miatt csökkent albedóját alkalmaztuk, amelynek mértéke fordítottan arányos a szennyeződéssel.

A két görbe futása jól megegyezik, igazolva azt, hogy szoros összefüggés van az inverziók és a koromszennyeződés mértéke között. Látható, hogy a maximumok és a minimumok beállásának időpontjai jól egybeesnek, sőt az évi középértékek is azonos mértékben növekedtek.

Elvégezve a korreláció számítást, a két görbére  $R = 0,74$  korrelációs együtthatót kaptunk. A valószínű hiba a korrelációs együttható  $1/15$  része. Megállapíthatjuk tehát, hogy az inverziók és a koromszennyeződés általános tendenciájukat tekintve (egyenes középvonalak) egymással szoros korrelációban növekedtek a 3 év folyamán.

Tekintettel arra, hogy a kisugárzási és zsugorodási inverziók főleg anticiklonális időjárási helyzetekben alakulnak ki, amikor viszonylag gyenge, keleties irányú szelek fújnak, megvizsgáltuk a keleties (NNE-SSE) szelek gyakoriságának alakulását 1961—63 között az Observatóriumban folyó mérések alapján. Azt találtuk, hogy a keleties szelek gyakorisága az 1961. évi 38%-ról 1963-ra 47%-ra nőtt. Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a vizsgált időszakban megnőtt az inverziók és a keleti szelek gyakorisága, s az inverziókon keresztül a légszennyeződés mértékének a növekedését ez az időjárási jellegzetesség is okozhatta. Ehhez természetesen hozzájárulhatott a szennyező források számának és emissziójának növekedése is.

#### IRODALOM

- [1] *Cehak, K.*: Die Auswirkungen der Aufstiegszeitänderung 1957 auf die Inversionsstatistik. Arch. Met. Geoph. Biokl. A 14, 2. Heft. 176—209. (1964).
- [2] *Steinhausner, F.*: Statistische Untersuchung der Inversionen im Luftraum über Wien. Arch. Met. Geoph. Biokl. A 11, 427—457. (1960).
- [3] *Simon A.*: A koromszennyeződés relatív mérése. Időjárás, 69. évf. 179—182. old. (1965).
- [4] *Ventura E.*: A talajközeli inverziók kialakulása, fejlődése és megszűnése a budapesti rádiószondás anyag alapján. Beszámoló, az Orsz. Met. Int. hiv. kiadv. XXVII. kötet, Budapest, 1964. 32—38. old.
- [5] *Ventura E.*: A talajközeli inverziók jellemzői Budapest felett. Időjárás, 69. évf. 32—39. old. (1965).

\*

#### ZUSAMMENHANG DER INVERSIONEN MIT DER LUFTVERUNREINIGUNG

Es wurden die Inversionen, welche in den 5 Jahren 1960—1964 in der Schicht zwischen dem Boden und 3 km Höhe auftraten, auf Grund der täglich viermal (0,6, 12 und 18<sup>h</sup> GMT) ausgeführten Radiosondenaufstiegen verarbeitet. Als Inversionen wurden auch die Schichten betrachtet, die einen vertikalen Temperaturgradienten von weniger als 0,1 C/100 m besaßen.

Im Laufe der 5 Jahre gab es insgesamt 26 Tage, an welchen bei keinem der 4

Aufstiege eine Inversion angetroffen wurde (inversionsfreie Tage). Der größte Teil der inversionfreien Tage ereignete sich im Frühjahr und im Sommer (77%).

Die Untersuchung der Inversionen wurde in zwei Richtungen ausgeführt. Einerseits wurde die Verteilung aller Inversionsfälle nach Monaten und nach dem Zeitpunkt der Aufstiege ermittelt (Tabelle I), andererseits wurden die relativen Häufigkeiten der Inversionsfälle nach Monaten und Aufstiegszeitpunkten untersucht. (Tabelle II).

Durch die Verteilung aller vorgekommenen Inversionsfälle (Tabelle I) wird die bekannte Tatsache bekräftigt, daß Inversionen im allgemeinen Erscheinungen der mehr als das Zweifache der Häufigkeit in den Sommermonaten, doch können sich in den winterlichen Jahreszeit sind. In den Wintermonaten beträgt die Inversionshäufigkeit Nachtstunden auch im Sommer bodennahe Inversionen ausbilden.

Aus dem Tagesgang der Inversionsaufstiege (Tabelle II) geht es hervor, daß die Inversionen im Winter nur einen schwach ausgebildeten, im Sommer aber einen wohl ausgebildeten Tagesgang besitzen. Somit lösen sich die im Laufe der Nachtstunden ausgebildeten Inversionen in den Mittagsstunden auf.

Die Dauer der Inversionen wurde durch die Zahl der Aufstiege, somit durch die Zahl der Vierteltage gekennzeichnet, bei welchen in einem annähernd gleichem Niveau eine als zusammenhängend anzunehmende stetige Inversionsschicht vorhanden war. Die Häufigkeiten der Dauer der zwischen dem Boden und 1500 m Höhe aufgetretenen Inversionen werden in Tabelle III. zusammengefaßt. Wie ersichtlich, besitzen die Inversionen mit einer Dauer von 2 Vierteltagen die höchste Häufigkeit.

In der Tabelle IV werden die ersten und letzten Zeitpunkte für das Auftreten einer Inversion von mehr als 24 Stunden Dauer mitgeteilt. Es kann festgestellt werden, daß längere Inversionsperioden nur in den Wintermonaten vorkommen.

Weiter wurde die Gestaltung der niederen Bewölkung sowie der Gesamtbewölkung in Inversionsfällen und inversionsfreien Fällen verglichen und es wurde festgestellt, daß ein klarer Himmel günstig für die Ausbildung der Inversionen ist, doch tritt auch Strahlungsgewölk häufig zur Zeit der Inversionen auf.

Die Häufigkeitsverteilung der Inversionsfälle und der inversionsfreien Fälle nach Windrichtungen zeigt, daß bei Inversionsfällen die Winde aus dem östlichen Sektor, in inversionsfreien Fällen hingegen die Winde aus dem westlichen Sektor ein signifikantes Übergewicht besitzen (Abb. 3).

Aus Abb. 4 wird es ersichtlich, daß geringe Windgeschwindigkeitswerte in Inversionsfällen, größere Windgeschwindigkeitswerte hingegen bei inversionsfreien Fällen eine größere Häufigkeit besitzen. Es ist erwähnenswert, daß zur Ausbildung einer Inversion keine völlige Windstille erforderlich ist, und die schwachen Winde sind sogar günstig für die Ausbildung der Inversionen von größerer Mächtigkeit.

Unter der Einwirkung der stabilen Schichtung, die in einer Inversion vorhanden ist, erfolgt in Ermangelung der durch Turbulenz hervorgerufenen Vermischung eine Anhäufung von Luftverunreinigungen in der Inversionsschicht. So ist es natürlich, daß man nach einem Zusammengang zwischen Inversionsbildung und Luftverunreinigung sucht. Die Rußverunreinigungsmessungen von Budapest aus den Jahren 1961—1963 wurden durch A. Simon [3] verarbeitet. Nach seinen Feststellungen erfolgte im Gebiete des Aerologischen Observatoriums eine stetige Zunahme der Rußverunreinigung im Laufe dieses Zeitabschnittes. In Hinsicht darauf, daß diese Zunahme hauptsächlich bei östlichen Winden beobachtet wurde und östlich vom Observatorium keine bedeutendere Industrieanlage vorhanden ist, gelangte Simon zur Ansicht, daß die Zunahme der Verunreinigung nicht durch eine lokale Einwirkung verursacht wurde, sondern die Folge der mitteleuropäischen industriellen Entwicklung sein müsse, was auch durch ähnliche Beobachtungen in Wien unterstützt wird.

Weiter wurden die Inversionsverhältnisse des fraglichen Zeitabschnittes untersucht und mit den Ergebnissen von *Simon* verglichen (Abb. 5).

In dieser Abbildung wurden die Monatswerte der Luftverunreinigung durch eine ausgezogene Kurve und die monatliche Häufigkeit der Inversionen durch eine unterbrochene Kurve dargestellt. Die Skala mußte für die beiden Kurven in einem entgegengesetzten Sinne aufgenommen werden, da der erwähnte Verfasser zur Kennzeichnung der Rußverunreinigung die Albedo eines weißen Filtrierpapiers verwendet hatte, der durch die Verunreinigung herabgesetzt wird und zur Verunreinigung entgegengesetzt proportional ist.

Der Verlauf der beiden Kurven zeigt eine gute Übereinstimmung, wodurch ein Beweis für den engen Zusammenhang zwischen Inversionen und Rußverunreinigung geliefert wird. Wie ersichtlich, fallen die Zeitpunkte der Maxima und Minima gut zusammen und auch die Zunahmen der Jahresmittelwerte erfolgten im gleichen Ausmasse.

Eine Korrelationsrechnung ergibt den Wert des Korrelationskoeffizienten der beiden Kurven zu  $R = 0,74$ . Der wahrscheinliche Fehler beträgt  $1/15$  des Wertes des Korrelationskoeffizienten. Somit kann es festgestellt werden, daß die Zahl der Inversionen und die Rußverunreinigung in ihrer allgemeinen Tendenz (gerade Mittellinien) eine Zunahme erfuhren, bei der ein enger Zusammenhang zwischen den beiden Größen vorhanden war.

Mit Hinsicht darauf, daß die Ausstrahlungs- und Schrumpfungsinversionen hauptsächlich bei antizyklonalen Wetterverhältnissen zur Ausbildung gelangen, bei welchen schwache östliche Winde wehen, wurde die Gestaltung der Häufigkeit der östlichen Winde (NNE bis SSE) für den Zeitraum 1961—1963 auf Grund der am Observatorium ausgeführten Messungen untersucht. Es wurde gefunden, daß die Häufigkeit der Ostwinde von dem Wert 38% in 1961 auf den Wert 47% in 1963 angewachsen ist. Aus diesem Resultat darf darauf gefolgert werden, daß im Laufe des fraglichen Zeitraumes die Häufigkeit der Inversionen und der östlichen Winde zugenommen hat und die Zunahme der Luftverunreinigung auch durch diese Besonderheit der Wettergestaltung im Wege der Inversionen verursacht werden konnte. Freilich ist es möglich, daß diese Wirkung noch durch eine Steigerung der Zahl oder der Emission der Verunreinigungsquellen unterstützt wurde.

## Felhívás a Meteorológiai Társaság Tagjaihoz!

A Társaság fejlődése érdekében kérjük Tagjainkat, hogy tagdíjaikat pontosan egyenlítsék ki. A postautalványon történő befizetések a Társaság címére (Budapest V. Szabadság tér 17.), csekkfizetéseket pedig a Társaság tagdíjbefizetési számlájára (Magyar Meteorológiai Társaság tagdíjbefizetési számla Budapest, 61.764) kérjük.

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

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

TITKÁRSÁG

## Erős repülőgép-dobálást kiváltó magaslégköri örvénylés

*Severe Bumping of Aircraft Caused by High-Altitude Turbulence.* This is a detailed discussion of a case of the occurrence of high-altitude turbulence causing a severe bumping of aircraft, in which it was endeavoured to take into account all the points of view of turbulence analysis that have been developed during recent years. The object is to facilitate, for aviation meteorologists in this country, the achievement of a better understanding of this phenomenon, as well as to formulate an approach to a successful analysis of turbulence zones in everyday synoptical practice.

\*

*Турбулентность высоких слоев атмосферы, вызывающая сильную болтанку самолетов.* Детально рассматривается случай турбулентности высоких слоев атмосферы, вызвавшей необыкновенно сильную болтанку самолета. При этом учтены точки зрения на анализе турбулентности, разработанные за последние годы. Целью работы является более основательное ознакомление венгерских авиаметеорологов с рассматриваемым явлением и приближение к успешному анализу турбулентных зон в повседневной синоптической практике.

\*

A MALÉV Budapest—Frankfurt/M—Budapest-i IL-18-as járata 1965. augusztus 24-én két ízben is turbulenciát észlelt megközelítőleg ugyanazon az útvonalszakaszon. Először reggel 09.10 GMT körül tapasztaltak mérsékelt turbulenciát 7600 m magasságban Wien és Straubing között. Majd koradélután, körülbelül 13.20 GMT-kor, ugyanezen a magasságon Frankfurt/M-ből hazafelé repülve igen erős turbulenciát észleltek Straubing és Linz között. A gyorsulásmérő 3,0—3,5 *g* értéket mutatott. Ez meghaladta azt a küszöbértéket, amelynél a repülés még biztonságosnak vehető. A gépet megérkezése után műszakilag át kellett vizsgálni, hogy nem érte-e pillanatnyilag alig észrevehető, de a későbbiekben esetleg katasztrófa-hoz vezető károsodás.

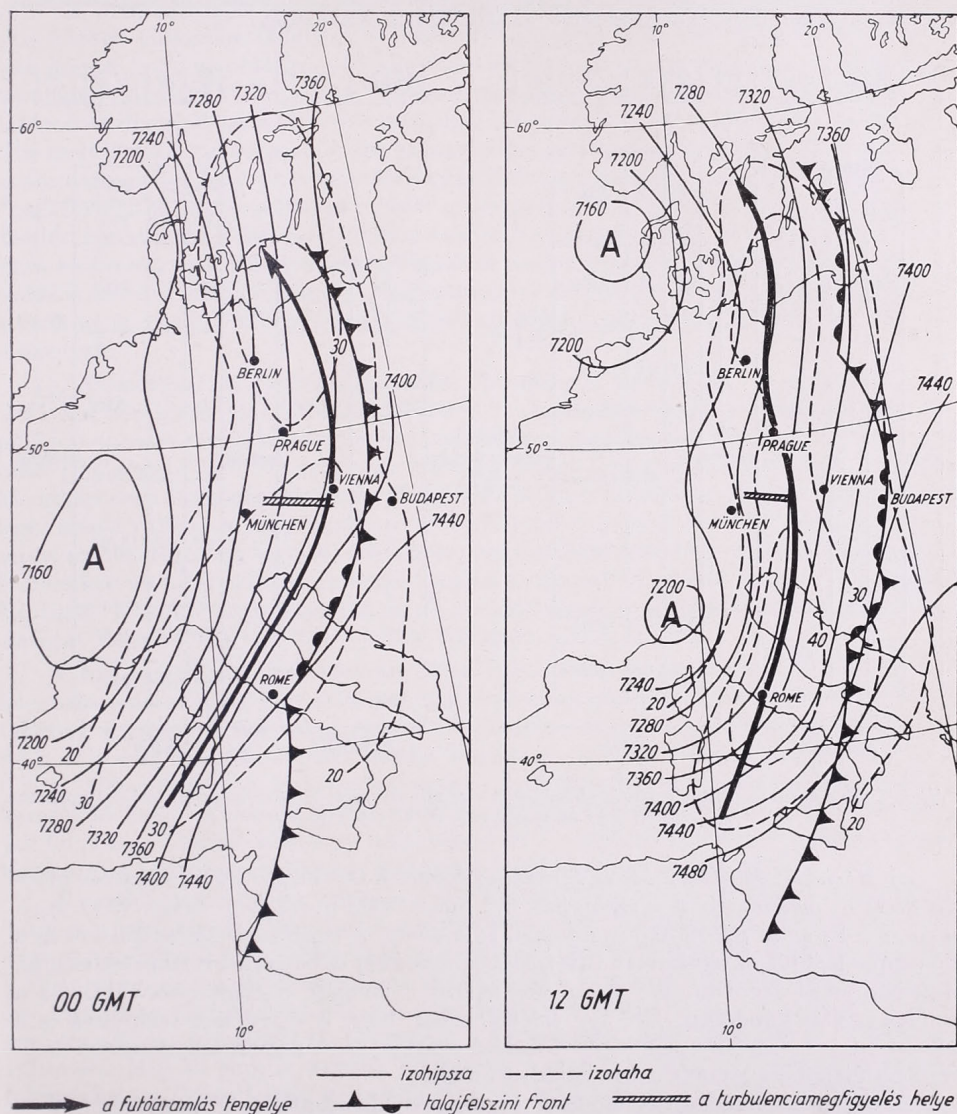
A pilóták elbeszélése szerint a gép foszlányos felhőréteg fölött repült néhány száz méterrel, amikor váratlanul, minden előzmény nélkül erős, kemény ütések érték a gépet, s időnként surrogó hang volt hallható, mintha a gép oldalt csúszott volna. Az utaskabinban keletkező zűrzavar és a gyorsulásmérő mutatta veszélyes értékek haladéktalan magasságváltoztatást tettek szükségessé. A süllyedés megkezdésével a dobálás intenzitása fokozatosan csökkent, s 5100—4700 m magasságban teljesen megszűnt.

Vizsgálatunk célja, hogy megállapítsuk a szokatlanul intenzív repülőgép-dobálást kiváltó turbulenciát előidéző okokat, a két turbulencia megfigyelés aeroszinoptikai körülményeinek és a számított turbulencia karakterisztikák összehasonlítása révén.

A turbulencia karakterisztikák kiszámításához a 00 és 12 GMT-s magaslégköri felszállásokat és az ugyanezen időpontokra vonatkozó 400 mb-os AT magassági térképeket használtuk fel. Sajnálatos módon 12 GMT-kor Münchenben magaslégköri szél mérés nem volt (ezt interpolált értékekkel helyettesítettük).

Az utóanalízis folyamán a vizsgált útvonalszakasz környékére kiszámítottuk a függőleges horizontális szélnyírás értékeit, a javított Richardson-számot, a  $C'$  (sebesség pulzáció) és  $\Delta H$  (turbulens réteg vastagsága) turbulencia paramétereiket, s a hegyek keltette légköri hullámmozgás kimutatására alkalmas  $I^2$  paramétert (másképpen Lyra- vagy Scorer-paraméter). A bevált gyakorlatot követve nem a javított Richardson-szám abszolút értékét, hanem ennek és a függőleges szélnyírásnak a magassággal való változását vettük figyelembe. Megvizsgáltuk továbbá az advekción, valamint a függőleges mozgások következtében beálló stabilitás változást, s megkíséreltük, a vékony, stabil, baroklín légrétegek felkutatását, amelyek mentén gravitációs hullámok felhőnélküli turbulenciát idézhetnek elő hidrodinamikai értelemben lamináris áramlási viszonyok mellett is. Vizsgálatunk tehát a turbulencia analízisnek az utóbbi években kimerülődött minden szempontjára kiterjedt.

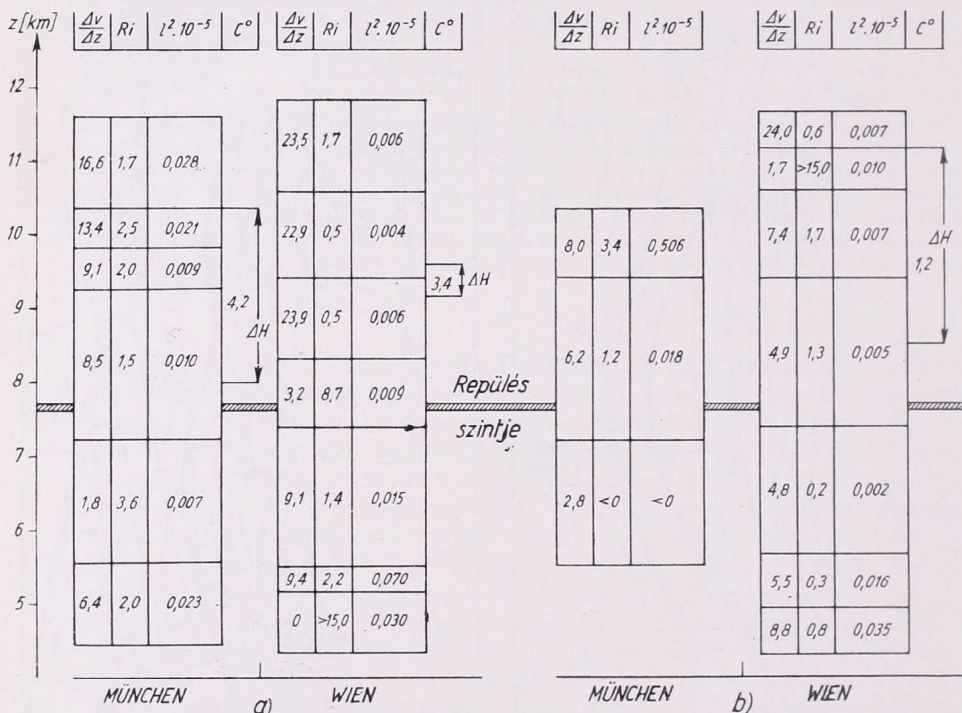
Augusztus 23-ra az Anglia fölött kimélyült ciklon Nyugat-Európa felé helyeződött át, s fokozatosan töltődve délkelet felé haladt. Augusztus 24-én 00 GMT-kor széles futóáramlás húzódik az Alpokon keresztül Szardíniától egészen Stockholmig. Az Alpektől délre a magassági szél iránya délnyugati, tőlük északra pedig tiszta déli irányú a — repülés szintjéhez legközelebb eső — 400 mb-os szinten (1. ábra). A szél sebessége a futóáramlás tengelyében nem haladta meg a



1. ábra. A 400 mb-os szint (AT 400) térképe 1965. augusztus 24-én 00 és 12 GMT-kor

35 m/sec-ot. Ezen a szinten a futóáramlás 12 GMT-re érte el legnagyobb intenzitását Ausztria fölött. Éjfél-től 12 GMT-ig a délnyugati áramlás déli irányba fordult az Alpok szélverő oldalán is, a futóáramlás jelentékenyen összeszűkült, tengelye az Alpok szélárnyékos oldalán retrográd mozgással kissé nyugatra tolódott, ciklonális oldalán a hőmérsékleti gradiens megnövekedett, s a futóáramlás tengelyében (megközelítőleg a Róma—Udine—Prága vonal) a szél sebessége 35 m/sec-ról 40—45 m/sec-ra erősödött. A magassági frontálzónához tartozó talajközeli frontrend-

szer a futóáramlás tengelyével párhuzamosan kelet felé, mintegy 300 km-re analizálható, zárt felhőrendszerrel és többnyire eső formájában hulló csapadékkal. A talajközeli front és a futóáramlás tengelyének párhuzamossága a rendszer lassú áthelyeződésére mutat. Valóban, a rendszer még napokon keresztül fentmaradt, markáns jellegéből fokozatosan veszítve, és augusztus 26-án éjjelre elérte Lengyelország és a Szovjetunió határát, miközben a magassági teknő hátoldalán, Nyugat- és Közép-Európa fölött, erősödő észak-nyugati áramlás alakult ki. Vizsgálatunk céljának megfelelően a turbulenciaelfordulások analízisét, a kiszámított turbulencia-karakterisztikák eloszlását és az aeroszinoptikai körülményeket mérlegelve, az alábbiakban részletezzük.



2. ábra. Turbulencia karakterisztikák eloszlása a vizsgált útvonalszakasz mentén 1965. augusztus 24-én : a) 00 GMT-kor, b) 12 GMT-kor

a) *Mérsékelt dobálás Wien és Straubing között.* A 00 GMT-s wieni felszállás alapján 8300 m magasságban a szélnyírás 3,2 m/sec/1000 m-ről 23,8 m/sec/1000 m-re ugrik, s a  $Ri$ -szám 8,7-ről 0,5-re csökken (2/a ábra). A függőleges szélnyírásnak és a  $Ri$ -számoknak ebből az ugrásszerű változásából mérsékelt dobálásra következtethetünk. München felett azonban már közel sem ekkora a vizsgált paraméterek változása a repülés szintje közelében. Ezt úgy értékelhetjük, hogy a függőleges szélnyírás és a hőmérsékleti kötégződés repülőgépdobálást előidéző turbulencia keletkezésére kedvező együtthatása München felé haladva csökken.

A GGO-ban kidolgozott módszer segítségével kiszámított  $C'$  paraméter Wien térségében a futóáramlás alsó felére (8900—9400 m) 3,4 m/sec-nak, München fölött (8000—10 300 m) 4,2 m/sec-nak adódott; ezen értékek gyenge-mérsékelt dobálásra engednek következtetni az említett légrétegekben, illetve határaik közelében.

Az  $l^2$  paraméter eloszlása — amint az várható is volt — hullámképződésre kedvező eloszlást mutat Wien és München térségében egyaránt; a talaj közelében található nagy  $l^2$  érték (Wien fölött 190—480 m között  $0,635 \cdot 10^{-5}$ , München fölött 550—730 m között  $6,616 \cdot 10^{-5}$ ) a magassággal csökken. A paraméter magassággal való

csökkenését Wien fölött csak az alsó troposzférában, München fölött azonban a felső troposzférában is (7250—9250 m) átmeneti növekedés szakítja meg. Ebből már nemcsak léghullámok jelenlétére gondolhatunk, hanem az átmeneti növekedés rétegeit a maximális amplitúdójú hullámok valószínű helyeiként jelölhetjük meg.

A 400 mb-os AT térképen éjjelkor a futóáramlás tengelye Wientől kissé nyugatra húzódik. A futóáramlás tengelyében a szél sebessége 30—35 m/sec. A Wien és Straubing közötti ciklonális oldalirányú szélnyírás 3,5 m/sec/100 km. Ez a kicsiny érték arra mutat, hogy az oldalirányú szélnyírásnak önmagában csekély szerepe lehetett a repülőgép-dobálás előidézésében. Ha azonban felfigyelünk az izohipszák gyenge, de határozott divergálására (áramlás irányába eső szélnyírás) letagadhatatlan a horizontális szélnyírások turbulencia keltő hatása. A bemutatott paraméterek eloszlásából és az aeroszinoptikai helyzet ismeretéből világos, hogy a délelőtti órákban a Budapestről Frankfurt/M-ba tartó repülőgép 7600 m magasságban a futóáramlást alsó határa mentén keresztezte Wien és Straubing között, s az észlelt repülőgép-dobálást a függőleges szélnyírás és a hőmérsékleti rétegződés kedvező együtthatása, valamint a horizontális szélnyírások idézték elő. Az  $l^2$  paraméter értékeinek eloszlásából bizonyosnak látszik az is, hogy a dobálás kiváltásában az Alpok keltette lee-hullámok is szerepet játszottak.

b) Szokatlanul erős repülőgép-dobálás Straubing és Linz között. A délután 13.20 GMT-kor Straubing és Linz között 7600 m magasságban észlelt szokatlanul erős repülőgép-dobálás vizsgálatakor sorra kiszámítottuk a már előbb is használt paramétereket (2/b ábra). Várható volt, hogy München fölött a magassági teknő áthelyeződése következtében homogénebb lesz a függőleges szélnyírás-eloszlás és a Ri-szám függőleges menti változása. Úgyszintén a hullámképződés megszűnésével is számolhatunk, mivel az alsó légrétegekben a szél északnyugatra fordulása volt várható. A főizobárfelületeken az interpolált széladatok alapján a vártnak megfelelő paraméter eloszlást kaptunk. Közülük azonban csak az  $l^2$  paraméternek a hullámképződést kizáró eloszlását fogadhattuk el föltétel nélkül reálisnak.

A függőleges szélnyírás-eloszlás Wien felett is homogenizálódott, s csak az észlelés szintjénél néhány ezer méterrel magasabban, a maximális szél szintje közelében találunk ugrásszerű változást. A javított Ri-szám eloszlása azonban már jellegzetesebb változást mutat a repülés szintje közelében; 5690 és 7350 m között Ri értéke 0,2, a 7350—9390 m-es légrétegben pedig 1,3. A Ri-szám növekedésének oka abban keresendő, hogy azonos szélnyírás mellett a nedves, felhős légrétegeket szárazak váltják fel. Ez az eloszlás nemhogy megmagyarázná a szokatlanul erős repülőgép-dobálást kiváltó turbulenciát, hanem egyenesen tagadja annak lehetőségét.

Hasonlóképpen nehéz volna az  $l^2$  paraméter Wien feletti eloszlásából a szokatlanul erős turbulencia előfordulást megindokolni. Meg kell azonban említenünk, hogy az  $l^2$  paraméternek ezt az eloszlását semmiképpen sem tekinthetjük reprezentatívnak a Wientől nyugatra eső útvonalszakaszra, mivel a magassági szél időközben délkeletre fordult az alsó 3000—4000 m-es légrétegben. A szélprofil és a hőmérsékleti rétegződés alapján számított  $C'$  paraméter a futóáramlás alsó felére (8650—11 200 m) 1,2 m/sec. Még ha nem is vesszük tekintetbe a repülés szintje és a futóáramlás alsó felének határa közötti 1050 m-es különbséget, amit a módszer pontatlanságának tulajdoníthatunk, a kapott sebesség-pulzáció értékéből legfőljebb gyenge repülőgép-dobálást várhatunk.

A München körzetében lezajlott stabilitás-változást vizsgálva a 00 és 12 GMT-s felszállások összehasonlásából 4300 m és 7200 m között egy-két, 9250 és 10 350 m között két-három fokos hőmérsékletemelkedést tapasztalunk, a közbeeső rétegekben a hőmérséklet változása az egy fokot nem haladja meg. Ugyanezen idő alatt Wien fölött a troposzféra középső részében jelentéktelen hőmérsékletváltozás történt, 9400 és

11 700 m között azonban a troposzféra hőmérséklete három-öt fokot emelkedett. Minthogy a troposzféra felső felében és a sztratoszféra alsó rétegeiben föllépő mérsékelt és erős dobálás keletkezésére az előző 6—12 óra alatti hőmérsékletcsökkenés jellemző, esetünkben ennek alapján inkább a turbulencia gyengülésével kellett volna számolnunk.

Az útvonalszakasz két állomására, Münchenre és Wienre most kiszámított paramétereket összehasonlítva az éjtéliekkel, nem találtunk egyet sem, amely indokolná, a turbulencia intenzitásbeli növekedését. Sőt, éppen ellenkezőleg, ennek alapján a dobálás gyengülésére számíhattunk volna. A turbulencia jelentős intenzitásbeli növekedéséből a turbulencia karakterisztikák jellegzetesebbé válását vártuk, hiszen éppen ez eszabított arra, hogy a vizsgálatot elvégezzük és bemutassuk.

Az eddigiek alapján úgy tűnik, hogy lamináris áramlási viszonyok uralkodtak az útvonal vizsgált szakaszán. Ilyen esetben is keletkezhet azonban felhőnélküli turbulencia a gravitációs hullámok hatására a stabilis, baroklin légrétegek mentén. Ilyen rétegeket azonban a repülés szintjének még a közelében sem találtunk. Egyedül a 400 mb-os AT térkép izohipsza és izotacha konfigurációja mutat repülőgépdobálásra kedvező föltételeket. Ezen a repülés szintjéhez legközelebb eső magassági térképen a hőmérsékleti gradiens növekedését, a szél erősödését és a futóáramlás tengelyének Linz környékére való áthelyeződését tapasztaljuk. Hatásukra a Straubing—Linz szakaszon a ciklonális oldalirányú szélnyírás 10 m/sec/100 km-re nőtt, márpedig ilyen érték mellett általában mérsékelt-erős dobálás fordul elő. Emellett az áramlás irányába eső szélnyírás is megnövekedett, erre mutat az izohipszák erőteljesebb divergálása a vizsgált szakaszon.

Vizsgálatunk eredményét a következőkben foglalhatjuk össze. Az operatív munkában használt abszolút topográfia térképek és függőleges metszetek gondos analízise sok esetben elegendő arra, hogy minden számolás nélkül kijelöljük a valószínű turbulens zónákat. A most bemutatott esetben az a paradox helyzet állt elő, hogy a turbulencia paraméterek kiszámításával sem sikerült ennek a ritka, rendkívül intenzív turbulencia előfordulásnak mélyebb okait feltárni. Ez azonban nem a számítások fölösleges voltára mutat, hanem arra, hogy szerencsés módon az abszolút topográfián analízálható horizontális szélnyírások játszották a döntő szerepet. Az orografikus hatás gyengülése a már megjelölt okok miatt valószínűleg nem reális, különösen, ha tekintetbe vesszük, hogy az Alpok gerince Wientől délnyugati irányban húzódik, s így a magassági szél délkeletire fordulásával tulajdonképpen az orografikus turbulencia keletkezésének egyik lényeges feltétele, a merőlegesség növekedett. Ennek kimutatására azonban a wieni rádiószonda felszállás természetesen alkalmatlan volt. A domborzatnak a hatása ezen az útvonalszakaszon egyébként annyira ismert, hogy a pilóták minden esetben számolnak vele délies magassági szél alkalmával. Ez azonban — amint az  $l^2$  paraméter alkalmazásakor kitűnt — csak meghatározott hőmérséklet- és szélrétegződés esetén fordul elő. Ennek a rövid tanulmánynak, amely lényegében körültekintő analízis csupán, elkészítésekor a szokásos nehézségekkel kellett megküzdenünk; ritka aerológiai állomáshálózattal kellett mezoszinoptikai jelenséget megfognunk, ráadásul nem a turbulencia előfordulással egyidejű aerológiai felszállások segítségével. Ugyanennek az útnak a bejárása az operatív szolgálatban — az alkalmazható nomogramok ellenére is — alig lehetséges. Mégis, úgy gondoljuk, egy-egy alapos analízis hozzásegít a jelenség jobb megismeréséhez, s annak a szemléletnek a kialakításához, amellyel a mindennapi aeroszinoptikában sikerrel elvégezhetjük a turbulens zónák analízisét.

## Hideghullám kialakulásának izallobárikus szerkezete

*Isallobaric Structure of the Development of a Cold Spell (Summary).* In connection with a cold spell beginning on the 5<sup>th</sup> of January, 1966, it is demonstrated that cold air-masses, accumulated over Scandinavia, penetrated to Central Europe under the influence of the pressure rise caused by a warm upper-air current from the Atlantic. Accordingly, the importance of 24-hour isallobaric charts in macrosynoptic analysis is emphasized. It is noted, that there was no possibility of forecasting the advent of this cold spell at a date earlier than the 30<sup>th</sup> December 1965, and even on the following days a prediction could have only been prepared in full knowledge of the laws by which the motion and the development of isallobars are governed.

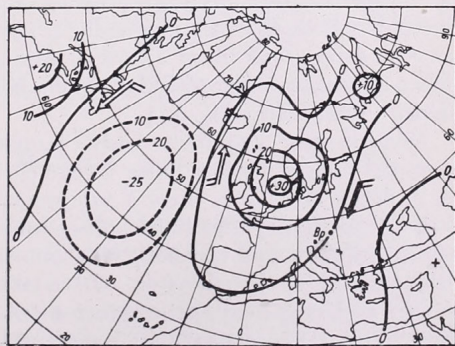
\*

1965 decemberének második fele igen enyhe volt Közép-Európában. Hazánkban pl. a félhavi középhőmérséklet kb. 2 fokkal haladta meg a sokéves átlagértéket és ez az enyheség még január első napjaiban is érvényesült. Január 2-án és 3-án még +10 fokot is elért a nappali hőmérséklet, de 6-án már országsszerte téli nap volt; a hőmérsékleti csúcsértékek 0 és -5 fok között maradtak. A napi középhőmérséklet Budapesten a 3-i 6,2 fokról 6-ára -4,8 fokra, tehát 11 fokot zuhant. A hideghullám azután 23-ig, azaz jó 2 héten át szinte változatlan erősséggel tartott és az időközbeni havazások folytán a Dunántúlon 10–30 cm-es, a Tiszántúlon 20–50 cm-es hóréteg gyűlt össze. (A rekord-meleg február miatt azután a Tiszántúlon árvíz keletkezett.)

Az enyhe december természetesen erőteljes ciklon-tevékenységnek volt köszönhető. A havi légnyomás-eloszlási térkép szerint [1] Oslo vidékén 990 mb-os ciklon-mag helyezkedett el, ami Közép-Európa számára egész hónapban biztosította az enyhe nyugati légáramlást. Így a légnyomás átlagértéke nálunk is igen alacsony volt; Budapesten pl. 7,5 mb-ral maradt az átlagértékek alatt. Január 3-án a nyomáshiány 15 mb-ra nőtt, de 6-án már 11 mb-os nyomástöbblet jelent-

kezett. A légnyomás és a levegő fajsúlya közötti kapcsolatra gondolva, ezt a nyomásváltozást természetesnek találhatnók. A részletesebb makroszinoptikai elemzés azonban egészen más mechanizmust fedett fel.

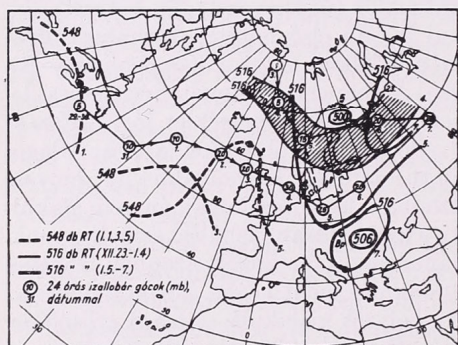
Közismert tény, hogy komoly hideghullám nálunk csakis a Skandináv-tér-ségben felgyülemlett hideg levegő kiáramlása révén jöhet létre, még pedig akkor, ha tartósabb ún. *fenno-skandináv* anticiklon (úgynevezett  $A_F$  helyzet) alakul ki. Az első feltétel december folyamán előállott, mert a Koppenhága—Riga—Archangelszk vonaltól északra a decemberi középhőmérséklet jóval (Észak-Svédországban pl. 10 fokkal is az átlagos alatt maradt. Komolyabb  $A_F$  helyzet azonban december folyamán nem alakult ki, s így tartósabb lehűlést sem kaptunk. Január 3. és 5-e között azonban lényeges átalakulás ment végbe. Megkezdődött az  $A_F$  helyzet kialakulása, majd erősödése. 5-én Oslónál 1035 mb volt a légnyomás és ez a magasnyomású góc kapcsolódott egy hasonló erősségű maggal, amely Frankfurt tájékán helyezkedett el. A kettő együtt azután biztosította a hideg északi-északkeleti szél betörését a Kárpát-medencébe, sőt le egészen Olaszországig is. Hazánkba 4-én délelőtt érke-



1. ábra. A légnyomás 24 órai változása 1966. jan. 3-ról 4-re; a nyilak az izallobárikus szeleket jelzik

Fig. 1. 24 hours' change of the atmospheric pressure on the 3/4 January 1966; the arrows indicate the isallobaric winds

zett be a hideg levegő, északi széllel és így 5-én hajnalra már  $-3$ ,  $-7$  fokos fagyokat észleltek országszerte. Ekkor indult meg a légnyomás emelkedése is. Nézzük meg tehát a 3-án 0 órától 4-én 0 óráig terjedő időszakban a nyomás változását (1. ábra). Látható, hogy az Északi-tenger felett 30 mb-t emelkedett 1 nap alatt a légnyomás és az ún. izallobárikus szél Közép-Európában északkeletre fordult. Az Atlanti-óceán fölött 20 mb-os magvú süllyedési terület látható. Az 500 mb-os szinten december végétől január 4-ig erős nyugati szél fúj, ami



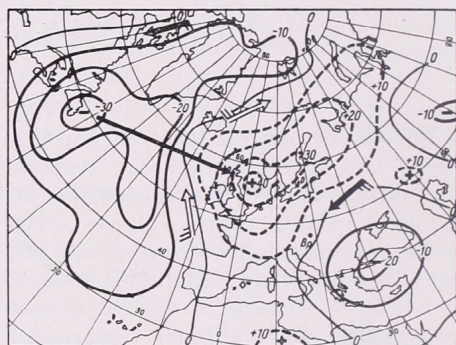
2. ábra. Izallobáriszák és izallobár gócok vándorlása 1965. dec. 23. és 1966. jan. 7. között; az 548 db-es vonal leg-északibb, ill. az 516 db-es vonal legdélibb pontját az egyes napokon fekete köröcskék jelzik

Fig. 2. Motion of isallobypses and isallobaric centres between the 23rd December 1965 and 7th January 1966; the highest northern point of the line of 548 db and the lowest southern point of the line 516 db on the different days are marked with black circles

valószínűvé teszi, hogy a 30 mb-t kitevő levegő-mennyiség e nyomássüllyedési területről advektálódott, mégpedig a magasabb szintekben, mert az óceán szintjében a nyugatról érkező ciklon előoldalán délies volt az áramlás. [2]

Nézzük meg azonban, hogy január 4-én hol tartózkodott a hideg levegő éle? A 2. ábrán láthatjuk, hogy a talajmenti  $-5$  °C-nak kb. megfelelő 516 db-es relatív izohipszavonal (az 500/1000 mb-os RT térképből) január 4-én kb. a 60. északi szélesség mentén húzódott a szárazföldön. (December 23-án még a 65. szélességtől északra helyezkedett el.) Ugyanezen az ábrán láthatjuk az 516 db-es vonal 5-i és 7-i jóval délebbi hely-

zetét, valamint a 24 órás nyomásváltozások gócait is, december 30. és január 7. között. Feltüntetjük még az 548 db-es vonal 1., 3. és 5-i helyzetét, valamint a RT térkép 500 db-es gócajának január 5-i és az 506-os góc 7-i helyzetét is. Figyelmesen meg szemlélve a 24 órás nyomásváltozások gócajának vándorlását, azt a meglepő eredményt kapjuk, hogy a *hideghullámot kiváltó nyomás-emelkedés Új-Foundland térségéből indult el* december 30-án és fokozatosan erősödve, január 5-én érte el Közép-Európát! A hideg levegő beáramlása északról tehát nem en-



3. ábra. A levegő áthelyeződése. (vékony fekete nyíl) az 1965. dec. 30. és 1966. jan. 5. közötti légnyomás-változás alapján; a vastag fekete nyilak az izallobárikus szeleket jelzik

Fig. 3. The trajectory of the air masses (thin black arrow) on the basis of the change of atmospheric pressure taking place between the 30th December 1965 and the 5th January 1966; the thick black arrows denote the isallobaric winds

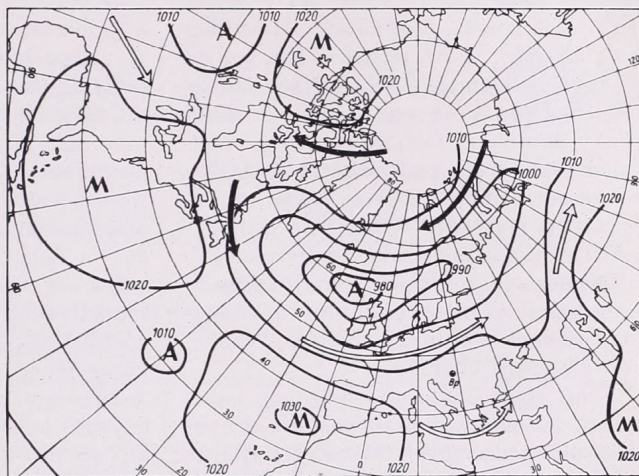
dogén módon jött létre, hanem egy tőle teljesen függetlennek tekinthető nyugati (magassági) nyomás-emelkedés szuperpozíciója révén. Az 548 db-es (meleg) izohipsza-vonal vándorlása jól látható kapcsolatban van a 24-órás nyomás-változási gócek áthelyeződésével. Ebből is az következik, hogy a *nyomás emelkedése egy magassági megleghullám nyugat-keleti irányú előretörésével állt szoros kapcsolatban*. Végeredményben tehát a *közép-európai hideghullám kialakulása nagyrészen egy a magasban nyugatról előretörő megleghullám rovására írható!* Szó sincs tehát arról, hogy a hideg levegő saját fajsúlya miatti nyomás-emelkedés okozta volna e hideghullámot. Ezt úgy is kifejezhetjük, hogy

a skandináv-anticiklon kialakulása nem egyedül a hideg levegő következménye, hanem magaslégtörési dinamikus hatások eredménye is [3]. Ez minden komolyabb hideghullámnak kialakulására is érvényes, amint arról több példán megbizo-

mazott, legjobban bizonyítja a 3. ábra. Ezen a nyomás változását láthatjuk december 30. és január 5-e között. A -33 mb-os újfoundlandi gócot a +37 mb-os északi-tengeri nyomástöbbséggel összekötő nyíl a levegő 6 nap alatti áthelyező-

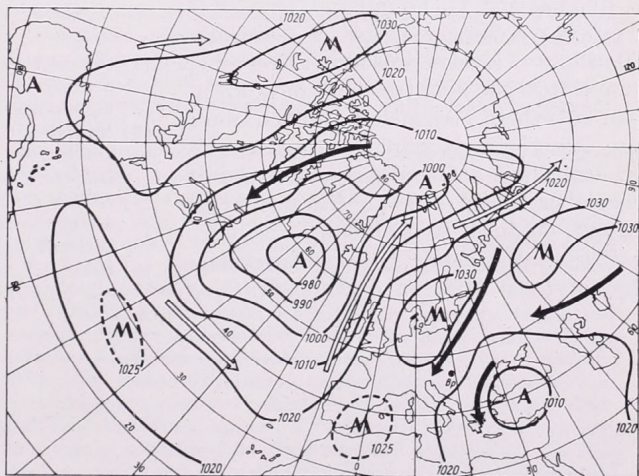
4. ábra. A makroszinoptikai helyzet 1965. dec. 30. és 1966. jan. 2. között; fekete nyíl: hideg áramlás, világos nyíl: meleg áramlás

Fig. 4. The large-scale weather situation between the 30th December 1965 and the 2nd January 1966; black arrow: cold current, light-coloured arrow: warm current



5. ábra. A makroszinoptikai helyzet 1966. jan. 5. és 8. között

Fig. 5. The large-scale weather situation between the 5 and 8 January 1966



nyosodtunk (1961. I. 18., 1956. I. 28. stb.). Ez a megállapítás főként a hirtelen kialakuló hideghullámokra vonatkozik, a fokozatosan felépülő anticiklonos lehelésekre nem (pl. 1963. XII. 1-től).

Hogy az a levegő-mennyiség, amely Közép-Európában január 4-e után emelte a légnyomást, tényleg nyugatról szár-

dését adja, mert nyilvánvaló, hogy más térségből a nyomás emelkedése nem származhatott. Január 5-én egyébként az óceánon egy 950 mb mélységű ciklon keletkezett és ennek a magasban előreáramló meleg levegőjéből származott a bevezetésben említett két 1035 mb-os anticiklon mag közül a Frankfurt tér-

ségében levő. A 3. ábrán szintén feltüntetjük az izallobárikus szeleket is. A Törökország térségében látható 20 mb-os sülyedés a hideg levegő dél felé áramlásának a következménye (itt egy 995 mb-os ciklon keletkezett 5-ére). A 4. és 5. ábrán bemutatjuk a makroszinoptikai helyzet átalakulását 1965. XII. 30. és 1966. I. 8. között, 4—4 napos átlag-térképek alapján. Mint látható, Európában az enyhe jellegű zónális áramlást a január 5-i erőteljes nyomás-emelkedés — a skandináv anticiklon felépítése révén — teljesen meridionálisra fordította. Belátható tehát — mint azt más példán is bemutatottuk már [4] —, hogy az izallobárikus elemzés mindenkor mélyrehatóbb megismerését eredményezi a makroszinoptikus folyamatoknak, mint a kizárólag ciklonok és anticiklonok áthelyeződésére alapozott eljárások.

Fenti elemzésünk azonban nem lenne teljes, ha nem szólnánk valamit a nyomáshullám december 30-a előtti állapotáról is. Amint az a 2. ábrából látható, a nyomás-góc Új-Foundland térségéből 5 mb/24 ó erősséggel indult és 4-ére már 30 mb/24 ó értékre erősödött. December 29-e előtt e góc nem található meg, azonban követhető visszafelé az időben, mint egy Amerikán átvonuló anticiklon. Ez az anticiklon a Csendes-óceánról indult december 26-án és 30-án érkezett ki az Atlanti-óceánra. Itt azonban stacionerré vált és csak a belőle kiszakadó nyomás-góc folytatta útját az óceánon át. (Meg

kell még azt is említenünk, hogy január 3-án Grönland északi részéről is indult egy gyenge nyomás-emelkedési góc, amely 5-ére elérte Skandináviát, mégpedig 15 mb/25 ó erősséggel. Ez volt az említett skandináviai anticiklon-mag előidézője. A hideghullám kialakulását végeredményben a két góc együttes hatása biztosította Közép-Európa számára. Mindenesetre a január 5-i európai időjárás-változás gyökere valahol a Csendes-óceán térségében lehetett, mint azt már más esetben is találtuk [5]. Ez a megállapítás sajnos a távprognosztikai következménnyel jár, hogy a hideghullámot még egy héttel előbb (dec. 30-án) is csak abban az esetben lehetett volna előrejelezni, ha módszer állana rendelkezésre, amely az izallobárikus gócok vonulását és intenzitásváltozását képes lenne több nap távlatában meghatározni. Ilyen módszer, sajnos, jelenleg nem ismeretes, de még az izallobárikus szemlélettel magával is ritkán találkozunk a szakirodalomban.

#### IRODALOM

- [1] *Grosswetterlagen Mitteleuropas 1965*. Dezember. Seite 90.
- [2] Ugyanott, 93. old.
- [3] *Koppány Gy.*: Példa blocking-helyzet kialakulására az atlanti-európai térségben. *Időjárás*, 63. 1959., 280. old.
- [4] *Berkes Z.*: Eine ungewöhnliche Gestaltung der synoptischen Lage am 19/20 März 1962. *Zeitschr. f. Met.* Bd. 17. Hf. 7/8, Seite 213.
- [5] *Berkes Z.*: Az 1962. febr. 17-i viharciklonról. *Időjárás*, 66. 1962., 100. old.

SZULAKVELIDZE, G. K.—BIBILASVILI, N. S.—LAPCSEVA, V. F.: *Образованије оцадков и возгејштвије на градовује процесзи (А оспадѣк кѣпзѣдѣсе ѣс а јѣгѣсѣ кѣпзѣдѣсѣре vezetѣѣ фолјаматок мѣстерсѣгѣс мѣдѣсѣтѣса)*. Гидромет. Издат. Ленинград, 1965. 265 (14,5 × 21,5 cm) o., 82. ѣбра, 31 тѣблѣзат. Ђра 91 коп.

А кѣтет а *Магасхегијѣ Геофизикѣи Интѣзетбен* фолјо фелхѣфизикѣи мункѣкат foglalja ѣссе. Ezek cѣlja а зиватарфелхѣк динамикѣјѣнан, ѣлсѣсѣрбан вертикалис ѣрамлѣси межејѣнек, tanulmѣnyozѣsa volt. А визгѣлатокат lassan emelkedѣ, vagy kiegyensѣlyozott ballonokkal vѣgeztѣk. А ballonok kѣvetѣse kѣt optikai teodolittal (felhѣtlen idѣ esetѣn), illetve radarral tѣrtѣnt. А vѣgzett vizgѣlatok szerint а felѣramlѣs kѣlѣnѣllѣ termikek formѣјѣban megy vѣgbe. А termikek а felhѣ fejlѣdѣse fолјамѣn egyetlen felѣramlѣsi cѣsvѣ egyesѣlnѣk. А gomolyos tipusѣ felhѣkben а felѣramlѣsi sebessѣg а felhѣszint felett kezdetben nѣ, majd cѣsѣkkenni kezd. *Cu* ѣs *Cu med* felhѣkben (50 mѣrѣs alapјѣn) а maximѣlis felѣramlѣsi sebessѣgre 6 m/sec adѣdott, mѣg nagyobb cumulusokban ѣs zivatarfelhѣkben а megfelelő ѣrtѣk 12 m/sec (24 mѣrѣs alapјѣn).

А мункѣ ѣт fejezetre oszlik. Az ѣlsѣ fejezet azon gyakorlati kutatѣsok eredmѣnyeit tartalmazza, melyek cѣlja а zivatarfelhѣk dinamikѣјѣnan, ѣлсѣсѣрбан vertikѣlis ѣрамлѣsi mezeјѣneк, tanulmѣnyozѣsa volt. А vizgѣlatokat lassan emelkedѣ, vagy kiegyensѣlyozott ballonokkal vѣgeztѣk. А ballonok kѣvetѣse kѣt optikai teodolittal (felhѣtlen idѣ esetѣn), illetve radarral tѣrtѣnt. А vѣgzett vizgѣlatok szerint а felѣramlѣs kѣlѣnѣllѣ termikek formѣјѣban megy vѣgbe. А termikek а felhѣ fejlѣdѣse fолјамѣn egyetlen felѣramlѣsi cѣsvѣ egyesѣlnѣk. А gomolyos tipusѣ felhѣkben а felѣramlѣsi sebessѣg а felhѣszint felett kezdetben nѣ, majd cѣsѣkkenni kezd. *Cu* ѣs *Cu med* felhѣkben (50 mѣrѣs alapјѣn) а maximѣlis felѣramlѣsi sebessѣgre 6 m/sec adѣdott, mѣg nagyobb cumulusokban ѣs zivatarfelhѣkben а megfelelő ѣrtѣk 12 m/sec (24 mѣrѣs alapјѣn).

А мѣсѣдѣк fejezet mikrofizikai kѣrdѣsekkel foglalkozik. Cѣlja megvilѣgѣtani azokat а fолјаматокат, melyek а felhѣcseppek нѣvekedѣsѣt szabѣlyozzѣk. А bemutatott sѣma szerint, а рѣszecsek ѣlapterѣden az egymѣssal valѣ ѣsszefolјas miatt нѣvekednek. А laborѣtoriumi vizgѣlatok arra is rѣmutattak, hogy az azonos nagysѣgѣ cseppek is egyesѣlhetnek egymѣssal. Ezen fолјаматок abban а zѣnѣban а leghѣtkѣnyabbak, ahol а cseppek а felѣramlѣsi sebessѣg profilja miatt ѣsszегјѣlnѣk. Ezt а zѣnѣt, mely maximѣlis felѣramlѣsi sebessѣg szintje felett helyezkedik el, а szerzѣk akkumulѣciѣs zѣnѣnan nevezik.

А harmadik fejezetet а јѣгѣсѣ кѣлеткѣzesѣnek szentelik а szerzѣk. Feltѣtelezik, hogy а јѣгѣсѣszemek csirѣit azok а nagyobb cseppek alkotјѣk, melyek, а mѣrѣsek szerint, mѣr а felhѣ alјѣban is jelen vannak. E fѣltevѣsѣket laborѣtoriumi kísérletekre alapozzѣk, melyek bebizonyѣtottѣk, hogy а nagyobb cseppek hamarabb kifogynѣk, mint а kisebbek. А nagyobb cseppek bizonyos hѣmѣrsѣkleti szint elѣrѣse utѣn ugyanis megfогynѣk ѣs az akkumulѣciѣs zѣnѣban tovѣbb нѣvekednek а nagyobb cseppekkel valѣ ѣtkѣzѣs fолјtѣn. *А јѣгѣсѣкѣлеткѣzes ѣlapterѣden а maximѣlis felѣramlѣsi sebessѣg szintje fѣlѣtt megy vѣgbe (а јѣгѣсѣкѣпзѣдѣs centruma)*.

А negyedik fejezet cѣlja а јѣгѣсѣкѣпзѣдѣs feltѣteleinek, а јѣгѣсѣszemek karakterisztikѣinak ѣs а јѣгѣсѣкѣпзѣдѣs centrumainak megѣllapѣtѣsѣra szolgálѣ rѣdiѣlokѣciѣs mѣdszerek bemutatѣsa. Ez utѣbbi ѣgy tѣrtѣnik, hogy kѣt, kѣlѣnbѣzѣ hullѣmhosszѣ lokѣtort irѣnyѣtanak а zivatarfelhѣre.

Аз ѣтѣdik fejezet а јѣгѣсѣ кѣлеткѣzesѣre vezetѣѣ fолјаматок мѣстерсѣгѣс мѣдѣсѣтѣsѣval kapcsolatos kísérletekrѣl szѣmol be. Ilyen kísérletek vѣgzѣsekѣr ѣlsѣdleges feladat а јѣгѣсѣк ѣлѣrejelzѣse. А ѣлѣrejelzѣs а vѣzolt јѣгѣсѣкѣпзѣдѣsi sѣmѣn alapul. А maximѣlis felѣramlѣsi sebessѣg ѣrѣssѣgѣnek ѣs hѣmѣrsѣkletѣnek ѣлѣrejelzѣse а Siskin-fѣle rѣteg-mѣdszer segítségével tѣrtѣnik rѣdiѣszѣndѣs felszѣllѣsok alapјѣn. А sѣma szerint а maximѣlis felѣramlѣsi sebessѣg ѣgyѣrtelmѣn meghatѣrozѣ а felhѣ vѣztartalmѣt, а vѣrhatѣ оспадѣkѣt ѣs а јѣгѣсѣszemek vѣrhatѣ maximѣlis mѣretѣt (itt аз olvadѣs hatѣsѣt is figyelembe kell vennie az ѣлѣrejelzѣnek). Јѣгѣсѣ veszѣlyѣnek fennѣllѣsakor mѣkѣdѣsbe lépnek а radarok ѣs megѣllapѣtјѣk az esetlegesen kѣпзѣdѣ јѣгѣсѣ centrumokat, melyeket speciѣlis reagenseket (*ѣlom-jodid*, *ѣzѣst-jodid*) tartalmazѣ lѣni kezdenek lѣgvѣdelmi ѣgyѣk segítségѣvel. *А cѣl az, hogy mѣstersѣgesen megnѣvelјѣk а јѣгѣсѣcsirѣk szѣmѣt, азaz tѣbb nagyobb cseppek fогyasszanak ki*. Ђgy adott felhѣben tѣbb, de kisebb јѣгѣсѣszem kѣпзѣdѣk. Az ѣddigi gyakorlat szerint egy radarpѣr 100 km, mѣg ѣgy lѣgvѣdelmi ѣgyѣ 10 km-es sugarѣ kѣrѣtben ѣlegendѣ. Az ilyen tipusѣ vѣdekezѣs 1961-ben kezdѣdѣtt. 1963-ban 50 ezer, mѣg 1964-ben mѣr 500 ezer hektѣron fолјt а vѣdekezѣs. А kѣnyv azt а szinte hihetetlennek lѣtsѣz megѣllapѣtѣst tartalmazza, hogy а vѣdett terѣleteken аз ѣmlѣtt ѣvek fолјамѣn ѣgyѣltѣlѣn nem fordult ѣlѣ јѣgkѣr annak ellenѣre, hogy kѣrnyѣkѣkѣn hatalmas јѣгѣсѣk estek.

Az érdekes könyvvel kapcsolatban a következő megjegyzéseket tehetjük. Véleményünk szerint a szöveg kissé hosszadalmas, azaz a szerzők mondanivalójukat időnként túlmagyarázzák. Kevés figyelmet szentelnek viszont a jégesőszemek csírájával szolgáló nagyobb cseppek képződésének, illetve kifagyásának. A matematikai formulákban feltűnően sok a sajtóhiba. Az ábrák, irodalmi utalások, a külföldi kísérletekre való hivatkozások sokszor pontatlanok. Ezek az első-sorban formai megjegyzések azonban, melyek az olvasónak a könyv forgatásakor időnként némi hosszúságot okoznak, a könyv tudományos értékét nem csökkentik.

Mészáros Ernő

BLÜTHGEN, J.: *Allgemeine Klimageographie (Általános éghajlati földrajz)*. Lehrbuch der allgemeinen Geographie II. (Az általános földrajz tankönyve II. kötet). 600 (B/5) oldal, 149 ábra, 73 táblázat, 3 térkép-melléklet. Walter de Gruyter & Co., Berlin 1964.

A szerző a könyvet elsősorban földrajz-szakosok részére írta. Arra törekedett, hogy olyan jellegű általános éghajlati ismereteket nyújtson, amelyekre a földrajz-tudományokkal foglalkozóknak szükségük van.

Az első részben rövid áttekintést ad a klímakutatás történeti fejlődéséről, valamint az alkalmazott klimatológia feladatairól.

A második fejezetben, amelynek címe *elemző éghajlati földrajz*, először a légkör összetételét és szerkezetét tárgyalja, majd egyenként a különböző éghajlati elemeket: a sugárzásháztartást, hőmérsékletet (napi és évi menet, izotermák, földfelszín hőmérséklete stb.), légnedvességet, ködöt, felhőfajtákat, csapadékok, légnyomást, szelet, légelektromosságot. E fejezetben térképek, felhőformák ábrái, táblázatok teszik szemléletessé a leírást.

A harmadik fejezet: *szinoptikus éghajlati földrajz*, bemutatja az időjárás térkép keletkezését és klimatológiai jelentőségét. Részletesen tárgyalja az időjárás frontokat, valamint a különböző időjárás helyzeteket és típusokat.

A negyedik fejezet a légkör általános cirkulációját elemzi, míg az ötödik fejezetben az éghajlat általános típusairól szól: maritimitás és kontinentalitás, szárazság és nedvesség, szárazsági határok, hegyvidéki és magaslati éghajlat, a talajközeli légréteg éghajlata, állományklíma, erdőklíma, városklíma, gyógyklímák és a szabad légkör éghajlata.

A hatodik fejezetben az *éghajlat ingadozások* kritikai vizsgálatát végzi a szerző. Áttekintést ad az éghajlatról a geológiai múltban, kiemeli a jégkorszakok éghajlatát. A történelmi időszakok klímaingadozásaival, valamint a legújabb éghajlat-enyhüléssel foglalkozik.

A hetedik fejezetet a különböző *klímaosztályozási* rendszereknek szenteli, a nyolcadik fejezetben pedig tárgyalja az éghajlat befolyását az emberekre. Beszámol még a talajjavításról, szélvédelemről, a fagy- és jégeső elleni védelemről, valamint a mesterséges éghajlatról.

A kilencedik fejezetben röviden ír az embernek az éghajlathoz való alkalmazkodási problémáiról, végül X., ill. XI. fejezetként irodalmi jegyzék, valamint tárgy- és helymutató egészíti ki a különös gonddal előállított kötetet.

Záchné Ruthner Mária

DÜTSCH, H. U. (szerk.): *Proceedings of the Ozone Symposium, Albuquerque 1964 (Az 1964. Albuquerque-i ózon-szimpozium értekezései)*. A Meteorológiai Világszervezet kiadása, Genf, 1965. 58 (22 × 28 cm) oldal.

A Meteorológiai Világszervezet (WMO) és a Nemzetközi Meteorológiai és Légkörfizikai Aszociáció (IAMAP) közös rendezésében tartották meg 1964. augusztus 31. és szeptember 4. között a 7. nemzetközi ózon-szimpozíumot az Egyesült Államok egyik, újmexikói városában, Albuquerque-ben. Az ózon-szimpozíum iránt igen nagy érdeklődés nyilvánult meg, 12 ország 85 küldötte vett részt rajta, s az elnöki megnyitóval együtt, — amely szintén az ózon-kutatás egyik tudományos problémáját tárgyalta, — 58 előadás hangzott el. Az előadások összefoglalóját, valamint a szimpozíum beszámolóját a kötet szerkesztője, Hans U. Dütsch (USA), a Nemzetközi Ózon-Bizottság titkára állította össze.

Bevezetésében megállapítja, hogy nagy fejlődés történt az előző, 1961-ben Arosa-ban megtartott ózon-szimpozíum óta. Az arosai konferencia a Nemzetközi Geofizikai Év méréseit értékelte. Az utóbbi években inkább az ózon-szondás mérések terjedtek el, amelyek az ózon vertikális eloszlásának pontosabb mérését szolgálják, mint a Dobson-spektrofotométerrel történő, ún. „Umkehr”-mérések. A rendszeres ózon-szondázás világméretre való kiterjesztése lehetővé teszi az ózon-eloszlás vizsgálatát, horizontális és vertikális irányban egyaránt.

A tudományos előadások sorát K. R. Ramanathan professzor (India) elnöki megnyitója vezette be, amelyben a Bizottság elnöke az egyenlítői sztratoszféra 26 hónapos szélciklusának és az ózon 2 éves variációjának kapcsolatával foglalkozott. A 26 hónapos egyenlítői szélciklus valószínűleg a földmágneses háborgásokkal és a naptevékenység bizonyos változásaival függ össze. A teljes ózon-mennyiség 2 éves variációjáról először J. P. Funk és G. L. Garnham ausztráliai ku-

tatók tettek említést 1962-ben, majd több állomás adatait vizsgálva valóban kimutatható volt ez a jelenség az egyenlítőől délre és északra egyaránt. Az 50 és 30 mb-os felületeken létrejött szél-ozszellációk e szintek alatt kialakult hőmérsékleti gradiensek változásával magyarázhatók, amelyek az ózon mennyiségének változásával is kapcsolatban vannak.

Az előniki megnyitó után nyolc témakörben hangzottak el előadások. Az első témakörbe tartozó előadások főleg a teljes ózommennyiség mérésének kérdéseivel foglalkoztak. Különösen sok előadó mutatott rá a Dobson-féle spektrofotométer használatával és a különböző hitelesítési módszerekkel kapcsolatos problémákra. Kiemelkedő közülük Dobsonnak magának két előadása, aki tökéletesített kalibrációs módszereit ismertette.

A második témakör az ózon vertikális eloszlását mérő „Umkehr” módszer kérdéseit tárgyalta. J. R. Bibby angol kutató olyan mérési sorozatról számolt be, ahol különböző hullámhosszokra szimultán „Umkehr” méréseket és ózon-szondázást végeztek s 93 féle eloszlást vizsgáltak. Az eredmények szerint ez a módszer nem alkalmas a részletes ózon-eloszlás meghatározására, csupán a legnagyobb ózon-tartalom magasságának mérésére. Így a 93 felszállásból ez a magassági érték 22,8 és 23,1 km közé esik.

Érdekesebb és újabb eredményeket tárgyalt a harmadik témakör, az ózon vertikális eloszlásának direkt mérési módszereiről, vagyis az ózon-szondázásról. Francia, japán és német kutatók optikai szűrővel működő ózon-szondákkal végeztek kísérleteket. A francia ózon-szondába négy szűrő van beépítve, amely 4 különböző hullámhosszúságra érzékeny. A japán ózon-szonda az ózonnak az UV-tartományban történő elnyelésén alapszik, a német műszer pedig 2 optikai szűrővel méri a spektrális fényintenzitás abszolút értékét. Említés történt még a rakéta-ózonsondáról. Itt gyűjtő lencse összegyűjti a Nap sugarait, amelyből egy széles sávra érzékeny szűrő kiválasztja a 2300 Ångströmtől 3300 Ångströmig terjedő sugárzási tartományt. Ebből további 4 szűrő kiválaszt 4 sávot, egy állandóan forgó tárcsa közvetítésével. Másik csoportba tartoznak a kémiai elvek szerint működő ózonsondák. Amerikai kutatók az ózonnak a karbonjodid iránti érzékenységét használják fel a méréshez. Megemlítendő még a káliumjodiddal működő japán, valamint a kémiai lumineszcencia elvén alapuló amerikai ózon-szonda.

A direkt módszerrel kapott mérési eredményekkel foglalkozott a következő témakör. John G. Breiland Albuquerque-ben végzett mérések alapján az ózon parciális nyomásának napi változását vizsgálta, s eredményei szerint ez a változás elsősorban a légtömegek mozgásával és hőmérsékleti szerkezetükkel függ össze. Luiz Aldaz 3 állomás adataiból az Antarktisz fölött vizsgálta az ózon vertikális eloszlását. Megállapításai szerint 1. a tél folyamán egyik állomáson sincs kimutatható ózon-mennyiség, 2. a sztratoszféra hőmérsékleti szerkezetének nagymértékű változása nem vonja maga után a vertikális ózon-mennyiség azonos mértékű változását; 3. a felületi ózonkoncentrációban maximum mutatkozik a tél elején az Antarktisz nyugati felén, a koncentráció a kontinens belsejében magasabb, mint a tengerparti állomásokon.

Említésre méltó még B. Pittcock tanulmánya, aki 1963-ban az 50 mb-os szinten az ózon vertikális eloszlásában mutatkozó csökkenést vulkán-kitöréssel hozza kapcsolatba. Hasonló adatokat kaptak India, Ausztrália és Dél-Afrika fölött is. Bali szigetén 1963-ban a több hónapig tartó vulkán-tevékenység óriási mennyiségű vulkáni port juttatott a légkörbe, és az ózonaloszlásban mutatkozó csökkenést az ózon-molekulák és a porrészecskék igen gyors ütközése okozta, amely az ózon bomlásához vezetett.

Az ózon fotokémiaja és a naptévékenység kapcsolata az ózonnal az ötödik és hatodik témakörben kapott helyet. Fontos probléma a Nap UV-sugárzásának ózonképző és ózonalosító hatása, az oxigén- és az ózon-atomok sűrűsége az atmoszférában, valamint az ózon és a széndioxid abszorpciós képességének pontos mérése az egyes sugárzási tartományokban. Erős ciklikus korrelációt mutatott ki Willet amerikai kutató a relatív napfoltszámok és a teljes ózon-mennyiség között. Sekihara tókioi kutató az IGY és IGC adataiból kimutatta, hogy az alacsony szélességeken a nagy földmágneses háborgások előtt egy vagy két nappal csökken az ózon-mennyiség, míg a sarki zónában csak a kérdéses napon észlelhető ez a jelenség.

A hetedik, egyben utolsó témakörben az ózonnak és más nyomelemnek az általános cirkulációs vizsgálatokban való felhasználásáról szóló tanulmányok szerepelnek. A vizsgált nyomelemek: az ózon, a radioaktív szennyeződés, a radon, a wolfram és a nitrogén-dioxid. Japán kutatók a légköri ózon és a radioaktív fall-out-jelenségeit vizsgálva megállapították, hogy az ózonnak és a radioaktív szennyeződésnek évszakos változása van. Az ózon maximuma március–áprilisban van, a radioaktív szennyeződés pedig április–májusban. A radioaktív részecskének a tartózkodási ideje az alsó sztratoszférában kb. 1–2 év. Az ózon nem marad fenn ilyen sokáig, s ebből arra lehet következtetni, hogy az ózon részben nagyobb mértékben szállítódik a sztratoszférából a troposzférába, részben könnyen felbomlik.

Az ózon földrajzi eloszlásával J. London amerikai kutató foglalkozott. Ismeretes, hogy a közepes ózon-mennyiség jelentékeny időbeli és földrajzi szélesség szerinti változást mutat, különösen a mérsékelt szélességeken, a tél végén és kora tavasszal. A teljes ózon-mennyiség évi közepes értéke mindkét félgömbön növekszik a szélességgel, az északi féltekén erősebben, mint a délin. A föld-

rajzi hosszúsággal való változás is kifejezettebb az északi féltekén. Ezek a változások visszatükrözik a két félgömb horizontális mechanizmusának különbségeit.

Befejezésül a WMO-kiadvány a Nemzetközi Ózon-Bizottság (IOC) ajánlásait ismerteti. Ezek szerint

1. az IOC igen fontosnak tartja az ózommérő hálózat további fejlesztését az egész világon;
2. javasolja, hogy az ózon-adatok egyneművé tétele szempontjából a Dobson-féle spektrofotométer tekintszik alapműszernek és minden más műszerrel történt mérési adatot hasonlításunk össze a Dobson-spektrofotométer adataival; fontos továbbá még, hogy az „Umkehr” mérések feltétlenül azonos módszerrel történjenek mindenütt;
3. további fejlődést jelent a kémiai és optikai elvek szerint működő ózon-szondákkal, majd a meteorológiai mesterséges holdakkal történő mérések bevezetése; ez utóbbiak segítségével az atmoszférán kívül tanulmányozható a Nap sugárzásának valódi összetétele és változása a naptevékenység különböző ciklusában.

Borbély Edit

EISENBUD, M.: **Environmental Radioactivity** (Környezeti radioaktivitás) 430 (15,5 × 23,5 cm) old. 109 ábra, 77 táblázat, 378 irodalmi utalás. McGraw-Hill Book Company, New York 1963.

A földi élet állandó ionizáló sugárzásnak van kitéve. Ez az ionizáló sugárzás kétféle forrásból származhat. Természetes forrásoknak tekintjük a talajok, kőzetek radioaktivitását, valamint a kozmikus sugárzást; mesterséges források az emberi tevékenység során előálló radioaktív anyagok. *Bequerel és Curie* a természetes radioaktivitást még csak fél évszázada fedezték föl, a mesterséges maghasadást *Hahn és Strassmann* alig negyed százada, mégis a természettudományok egyik ága sem fejlődött ilyen rövid idő alatt oly hatalmas mértékben, mint a magfizika. A rohamos fejlődés során bekövetkezett több szerencsétlenség (Fukura Maru, Windscale, Oak Ridge stb.) figyelmeztette a kutatókat a sugárzások elleni hathatós védekezés gondos megtartására. Ma a sugárvédelem tudománya már egyenrangú szerepet kapott a sugárzás tulajdonságainak kutatásával.

*Eisenbud*nak, a New York-i ipari orvostudományi egyetem professzorának könyve tulajdonképpen mindazokat a tényezőket elemzi, amelyeknek összessége meghatározza a környezeti radioaktivitást (a magyar nyelvhasználatban *háttérsugárzás* néven is emlegetjük).

A könyv *első* része a magyar meteorológus olvasótól távolabb eső problémákat érint. A sugárvédelem biológiai alapjait tárgyalja, valamint az ICRP (International Commission on Radiological Protection), az NCRP (National Commission on Radiological Protection), az AEC (Atomic Energy Commission) és az FRC (Federal Radiation Council) nemzetközi, ill. nemzeti szabványait ismerteti és hasonlítja össze, főleg az Egyesült Államok szakembereinek tájékoztatására.

A *második* rész a radioaktív anyagok fizikai és biológiai terjedésének mechanizmusát ismerteti. A terjedés mechanizmusa a légkörben c. fejezet (3. pont) jól használható áttekintést nyújt az elmúlt 20 év során a radioaktív anyagok légkörbe jutásának, eloszlásának és a légkör öntisztulásának vizsgálatára kapott eredményekről. A szerző ebben a részben tárgyalja még a tápláléklánccal az embert érhető sugárveszélyt, valamint a víz-környezet szennyeződésének szerepét.

A *harmadik* rész adja a mű tulajdonképpeni gerincét (200 old.), amelyben a szerző igen részletesen és rendkívül sok adatra támaszkodva tárgyalja a környezeti radioaktivitás forrásait. A légköri radioaktivitás vizsgálata szempontjából három fejezetet kell kiemelnünk: a természetes radioaktivitással (6.), a helyi ülepedéssel (fallout) nukleáris robbantáskor (13.) és a nukleáris fegyverek világméretű falloutjával (14.) foglalkozókat. E részben számos, nagyrészt csak az Egyesült Államokban jelentős problémát és folyamatot tárgyal a könyv. Többek között a különböző reaktoroknak, bányáknak, izotóp dúsító üzemeknek, reaktorok üzemanyaga újrahasonosításának, a világűr-kutatás nukleáris erőforrásainak, izotóptermelőknek, izotóptemetőknek stb. a környezet radioaktivitását növelő szerepét. A probléma jelentőségének megvilágítására legyen elég idézni a könyvből az USA-ban 1961 végéig gyártott izotópok össz-aktivitását, amely kerekén *1,5 millió Curie* aktivitással volt egyenlő!

A *negyedik* rész bizonyos szélsőséges tapasztalatokat ismertet, így a nagyobb reaktor-szerencsétlenségek mérési eredményeit, kísérleti robbantások során keletkezett sérüléseket. E részben tárgyalja a környezeti radioaktivitás műszeres felügyeletének módszereit is. Mivel itt szintén az Egyesült Államokban rendszeresített műszereket ismerhetjük csak meg, a közöltek csupán összehasonlítás alapul szolgálhatnak.

A könyv tulajdonképpen az Egyesült Államok orvostudományának íródott, jó színvonalú gyakorlati szakkönyv, éppen ezért az európai szakemberek csak az (általában ismert) általános részeket tudják közvetlenül érdekesíteni. Mindenesetre *Merrill Eisenbud* professzor könyve segítségével bepillantást nyerhetünk a 192 000 embert (1962) foglalkoztató amerikai atomipar egyes részleteibe és problémáiba.

Simon Antal

## TOR BERGERON 75 ÉVES

A tudomány épületét ezek, ma már száz-  
ezrek építik; téglaként rakják össze bonyo-  
lult, nem nagyon rendezett és soha el nem ké-  
szülő kolosszusát. A százvezrek e munkája nél-  
kül nem lenne tudomány. De időnként meg-  
jelenik egy ember, száz vagy ezer közül egy,  
aki egy új emelet vagy tömb tervét, vagy az  
elavult rész átépítésének tervét hozza magával,  
vagy új szilárd alapot rak le, amelyen aztán  
folytatódik az épület emelése. Ilyen emberek  
nélkül szintén nem lenne tudomány, és csak  
az ő nevük marad fenn az utókor számára.

A tudomány épületének ilyen — nem egy-  
szerű építőmunkásai, hanem — építészei közé  
tartozik Tor *Bergeron*, akinek 75. születésnapja  
ünnepnapot jelent a modern meteorológia szá-  
mára.

A svéd származású Tor *Bergeron* 1891. au-  
gusztus 15-én született Hudstonban, Angliá-  
ban. Tanulmányait Svédországban folytatta,  
elvégezte a stockholmi egyetemet és 1919-ben,  
már 28 éves korában kezdett el dolgozni segéd-  
meteorológusként a stockholmi Svéd Meteorolo-  
giai és Hidrológiai Intézetben. Ugyanebben  
az évben tanulmányútra Bergenbe küldték.

A később híressé vált  
bergeni iskola abban  
az időben mindössze  
magából V. *Bjerknes*-  
ből és két fiatal asz-  
szisztenséből: J. *Bjer-*  
*knes*ből és H. *Solberg*-  
ből állt, de már ek-  
kor ezen iskola nevé-  
hez fűződtek a ciklon  
frontjaira és szerkeze-  
tére vonatkozó kiváló  
felfedezések. 1919  
őszén ehhez járult  
még az okklúzió fol-  
yamatának felismeré-  
se; ennek szerzője  
*Bergeron* volt. 1920-  
ban visszatért ugyan  
Svédországba, de  
1922-ben átvette a  
bergeni Norvég Mete-  
orológiai Intézet idő-  
járásosztályához és  
nevét szorosan az ek-  
kor már jelentősen  
magnövekedett ber-  
geni iskolához fűzte  
(Bergenben működött  
még E. G. *Calwagen*,

C. G. *Rosby*, *Bjerkdal*, F. *Spjinnangr*, E. *Pal-*  
*mén* és mások). 1923—25-ben *Bergeron* hosz-  
szabb tanulmányútra ment az abban az idő-  
ben L. *Weickmann* vezette lípesei Geofizikai  
Intézetbe. G. *Swobodával* együtt ott folytatta  
le a „Hullámok és örvény egy kvazistacio-  
nárius határfelületen Európa fölött” e. vizs-  
gálatát, amely példája volt az új frontoló-  
giai módszerek alkalmazásának a többnapos  
időtartamú szinoptikai típushelyzetek rész-  
letes vizsgálatára. E tanulmányában különös-  
képpen hangsúlyozta a légtömegeknek a ber-  
geni iskola korábbi kutatásai során még kevés-  
sé tisztázott tulajdonságait.

Norvégiába történt visszatérése után, 1928-  
ban, *Bergeron* az oslói egyetemen védte meg  
az ugyanebben az évben közzétett doktori  
disszertációját. Ez volt a „A háromdimenziós  
időjárásanalízisről” e. művének első része,  
„*Elvi bevezetés a légtömegek és frontok kialaku-*  
*lásának problémájába*” alcímmel. Ez a kiváló  
munka azonnal megnövelte a bergeni iskola  
tekintélyét és klasszikus hírnévre tett szert.  
E tanulmány szisztematikusan fejlesztette ki  
a troposzféra légtömegeinek tanát és lerakta a

frontogenezis elmé-  
tének alapjait. A fron-  
tológiai elemzéselkép-  
zeléseinek egészen új  
rendszere ebben a  
könyvben széleskörű,  
mondhatnánk filozó-  
fia megvilágítást  
nyert; feltárta he-  
lyét a meteorológia  
évszázados fejlődésé-  
ben. A tanulmány ki-  
mutatta a légköri  
makrofolyamatok  
megközelítésének el-  
vileg új lehetőségeit.  
Az olyan fogalmak,  
mint a légtömegek  
egyedi jellege, gócai,  
földrajzi és termodi-  
namikai osztályozása,  
konzervatív tulajdon-  
ságai és entropikus  
hatások, a konden-  
zációs folyamatok  
kapcsolata a légtöme-  
gek rétegződésével, a  
kinematikai és topog-  
ráfiai frontogenezis, —  
mind *Bergeron* emlí-



tett tanulmányából erednek. A légtömegekről általa kifejlesztett tan túllépte a tulajdonképpeni szinoptika kereteit; a légtömegek gyümölcsöző koncepciója nélkül elképzelhetetlen általában az egész modern meteorológia.

Közvetlenül doktori disszertációjának megvédése után Bergeron több mint fél évig a szinoptikus meteorológia előadójaként működött Málta időjárás szolgálatában, majd 1929-től az oslói Norvég Meteorológiai Intézet konzultánsa.

1930-ban jelent meg új klasszikus munkája: „*Egy dinamikus klimatológia irányvonala*” címmel, a *Meteorologische Zeitschrift*-ben. A klimatológia kibővítésének és elmélyítésének ez az elvi programja, a szinoptikus folyamatokról és a légköri cirkulációról alkotott új elképzelések alapján, a következő évtizedek folyamán eleven vezérfonal volt és jelenleg is az. A már levegőben levő gondolatok ezen „*Irányvonala*” c. tanulmányban szigorú és befejezett megfogalmazást nyertek. A dinamikus vagy szintetikus klimatológia lényegét Bergeron „a jól meghatározott és dinamikailag-termodinamikailag többé-kevésbé zárt rendszerek” gyakoriságának és intenzitásának statisztikájában látta, ahol a rendszerekbe nemcsak a légtömegek vagy frontok, hanem a tipikus szinoptikai folyamatok is beletartoznak. Ezt követően a különböző szerzők a dinamikus vagy szinoptikus meteorológia feladatait hangoztatva lényegében semmi olyat nem tudtak mondani, ami túlhaladta volna e kiváló „*irányvonala*” határait. Bergeron ebben a tanulmányában fejlesztette ki, többek között, az arktikus levegő és arktikus front fogalmát; ez utóbbit beillesztette az általános cirkuláció skémájába; elsőnek mutatta ki az óceánok fölötti klimatológiai frontok helyzetét.

Ugyancsak 1930-ban találkozott Bergeron a Szovjetunióval. A Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálat vezetőségének meghívására Moszkvában hosszabb előadássorozatot tartott; ezen a tanfolyamon és gyakorlati foglalkozásokon résztvett a Szovjet Időjárásügyi Hivatal munkatársain kívül az időjárás szolgálat akkori vidéki szerveinek összes vezető szinoptikusa. Előadásainak alap gondolatait Bergeron később, 1937-ben röviden angol nyelven is ismertette, teljes egészükben azonban csak orosz nyelven jelentek meg.

1932-ben újabb előadássorozatot tartott Moszkvában, Pjatyigorszkban pedig a szinoptikusok számára rendezett tanfolyamot vezette. Itteni előadásait orosz nyelven „*Előadások a a felhőkről és a gyakorlati térképelemzésről*” címmel adták ki.

Bergeron nemcsak sokoldalúan képzett elméleti szinoptikusnak, hanem a szinoptikai elemzés kiváló gyakorlati szakemberének is bizonyult. Nagy jelentőségűek voltak azok a

felhőzet fejlődésére és a szinoptikai helyzet alakulására vonatkozó mintaszerű elemzések is, amelyeket rendszeresen hajtott végre Moszkvában és Pjatyigorszkban. A Nagy-Kaukázus előhegységében fekvő Pjatyigorszkot egyébként nem véletlenül választották a tanfolyam színhelyül: a felhőzet fejlődése ott igen tanulságosnak bizonyult, amit Bergeron előre látott.

A szinoptikai folyamatok tanulmányozása a Szovjetunió nagy kiterjedésű területein természetesen igen érdekes volt Bergeron számára is. A Szovjetunióban találta meg egyéni boldogságát is: 1932-ben vette feleségül Vera Ignatyjevna Romanovszkajat, aki immár három és fél évtizede élettársa.

1933-ban jelent meg francia és német nyelven V. Bjerknés és munkatársainak „*A fizikai hidrodinamika alkalmazása a dinamikus meteorológiában*” c. tanulmánya. Ebben az újító szellemű munkában, amely nagymértékben befolyásolta mind a dinamikus, mind a szinoptikus meteorológia fejlődését, J. Bjerknessel együtt Bergeron nevéhez fűződik a szinoptikai rész. A frontológia rendszert Bergeron a sok évvel később — 1957-ben — (angol nyelven) megjelent „*Dinamikus meteorológia és az időjárás előrejelzése*” c. könyvében fejlesztette tovább, amelyet C. L. Godske-kal, J. Bjerknessel és R. C. Bundgaard-dal együtt írt, és amelyet a lipcsei és bergeni iskola valamennyi vizsgálatának kivonataként V. Bjerknés emlékének szentelt. Ezen alapvető könyv sorsa azonban nem volt szerencsés. Megírása túlnyomórészt még a háború előtt történt, ám kiadására csak nagy késéssel került sor, megjelenését tehát megelőzte a meteorológia háború utáni viharos fejlődése: könyvének ezért nem volt olyan hatása, mint amilyen akkor lett volna, ha idejében jelenik meg.

1959-ben, a korán elhunyt C. G. Rossby-nak szentelt emlékkiadványban, Bergeron részletes áttekintést nyújtott a szinoptikus meteorológia százéves fejlődéséről, kihangsúlyozva ebben természetesen a frontológiai iskola szerepét is. E tanulmányban mélyrehatóan értékeli az időjárás előrejelzésének fejlesztésében mutatkozó korszerű perspektívákat.

Bergeron alapvető tudományos érdeklődési köre azonban már 1935 óta új irányt vett. Már 1928-ban „*A háromdimenziós időjárásanalízisről*” c. könyvében újjáélesztette A. Wegener félredobott — és akkor már elfelejtett — gondolatát a víz és jég fölötti telítési gőznyomásban mutatkozó eltérések esetleges szerepéről a felhők kolloidális egyensúlyának megbomlásában. 1935-ben „*A felhők és a csapadék fizikája*” című alapvető tanulmányában elegáns elméletet dolgozott ki a szilárd halmazállapotnak a csapadékhullás folyamatában játszott szerepéről; ez az elmélet Bergeron—Findeisen elmélete elnevezéssel, századunk meteorológiájának alapelméletévé vált. A felhők mesterséges

befolyásolásának jelenlegi sikerei lényegükben ezen az elméleten alapulnak. A felhőzet és a csapadék továbbra is Bergeron figyelmének középpontjában maradt. A következő években — egészen napjainkig — legtöbb tanulmánya mikrofizikával, mezofizikával, a felhőzet és a csapadék szinoptikájával, elsősorban a konvekcióval, a trópusi viharok felhőzetével, az orográfikus hatásokkal stb. foglalkozik. 1953-ban kezdte el Svédországban csapadékeloszlási vizsgálatait, korlátozott kiterjedésű területeken, sűrű esőmérő hálózat segítségével és e munkába az önkéntes megfigyelők szárait vonta be („Pluvius-terv”); a vizsgálatok jelenleg is folynak.

Bergeron jelentős mértékben vette ki részét a nemzetközi felhőatlasz megszerkesztésében is, az atlaszban számos saját felhőfényképe is szerepel. Mint a felhőzet és csapadék fizikájának elismert tekintélye, Bergeron volt a tiszteletbeli elnöke az USA-ban 1960-ban megtartott felhőfizikai konferenciának, továbbá elnöke a Tokióban és Szapporóban (Japán) rendezett 1965. évi nemzetközi felhőfizikai konferenciának.

A háború utáni különböző témájú tanulmányai közül különösen érdekesek a trópusi viharokról szóló munkái.

Visszatérve pályafutására megemlítjük, hogy 1936-ban T. Bergeron a Svéd Meteorológiai és Hidrológiai Intézet meteorológiai szolgálatának tudományos vezetője lett, 1947-ben pedig az uppsalai egyetem professzora és a szinoptikus meteorológiai tanszék vezetője. 1961-ben nyugdíjba vonult, de fenntartotta magának a Pluvius-tervvel kapcsolatos munkák irányítását. A háború utáni időszakban a szinoptikus meteorológia tanácsadója volt Belgrádban (1953) és meghívott egyetemi tanárként hosszabb-rövidebb időre ismételtlen meglátogatta a Los Angeles-i Kalifornia-egyetemet.

Bergeron tagja a Norvég és Svéd Tudományos Akadémiának, tiszteletbeli tagja a londoni Királyi Meteorológiai Társaságnak, az Amerikai Meteorológiai Társaságnak és számos más tudományos társaságnak, egyesületnek, tiszteletbeli doktora az uppsalai egyetemnek.

Korunk meteorológiája kiváló művelőjének ilyen sajátos és egyszerű az alkotó útja. Bergeron alapvető munkái régóta klasszikus tudományos alkotásoknak számítanak. De ő maga élő kortársunk, erőteljes, mintha nem is változna a koral, nem sietsős, de vidám, temperamentumos ember, elméje, ragyogó alkotóképessége mind az analízisben, mind a szintézisben egyaránt lankadatlan.

Egész szívünkben kívánunk a hírneves ünnepeltnek jó egészséget és még sok esztendődt úgyanyilyen gyümölcsöző munkáival.

(Sz. P. Hromov)

## HAJÓSY FERENC NYUGALOMBA VONULT

Dr. Hajósy Ferenc, a földrajzi tudományok kandidátusa, az Orsz. Meteorológiai Intézet Tájékoztató Osztályának vezetője 34 évi szolgálat után, 1966. szeptember 1-én nyugalmába vonult.

Nyugalomba vonulásával Magyarország, ill. a Kárpát-medence csapadékklimájának általánosan elismert szakértője válik ki szolgálatainkból. Neve, tudományos működése oly szorosán összefonódott a térség csapadékára vonatkozó kutatásokkal, hogy immár három évtizede szinte nem jelent meg a Kárpát-medence egészének vagy bármely részének csapadékviszonyait tárgyaló vagy érintő egyetlen klimatográfiai, földrajzi vagy hidrológiai mű vagy tanulmány sem, amely ne reá, s az általa a térségből feldolgozott csapadékatatokra hivatkoznék.

Hajósy Ferenc pályakezdése az ellenforradalmi korszak legsivárabb éveire esett. Az 1928-ban elnyert történelem-földrajz szakos középiskolai tanári oklevél mellé már 1930-ban a budapesti egyetem földrajzi doktorátust is szerzett. S noha „A Földközi-tenger vidékének csapadékjárásáról” írott disszertációját már az Orsz. Meteorológiai és Földmágnességi Intézetben készítette, állandó munkahely itt nem jutott részére. Az Intézet csupán elősegíthette, hogy 1931-ben egyéves tanulmányi ösztöndíjjal a bécsi Collegium Hungaricumba mehessen, s ott az osztrák meteorológiai intézet keretében W. Schmidt és V. Conrad professzorok irányításával dolgozva s a bécsi egyetem meteorológiai tárgyú előadásait hallgatva bővíthesse ismereteit.

Ösztöndíjas évének lejártával, tanulmányútjának eredményéről, kutatói felkészültségéről a *Meteorologische Zeitschrift*ben és a *Wetter*ben közzétett egy-egy tanulmánya bizonysgót tett. Mégis, Budapestre visszatérve, másfél éven át csupán az Intézet „önkéntes” munkatársaként elégíthette ki a meteorológia iránti érdeklődését. S mert nemhogy végleges, de még ideiglenes szaknapidíjas alkalmaztatás tekintetében sem tudott számára az Intézet biztatást nyújtani, 1933-ban Nagykállóba ment, középiskolai tanárnak.

Innét ugyan hamarosan visszatért Budapestre, de 1953 tavaszáig pedagógus pályán dolgozott. Csak ekkor, a magyar meteorológiai szolgálat újjászervezése során nyílt alkalma arra, hogy újra az Intézet keretében fejthesse ki kutatói ténykedését, amelyet egyébként tanári működésével párhuzamosan is lankadatlan szorgalommal folytatott.

Még önkéntes munkatársi ténykedésének eredményeként született meg első nagyobb munkája: „A csapadék eloszlása Magyarországon (1901—1930)”, mely az Intézet hivatalos kiadványai sorozatában, ennek XI. köteteként látott napvilágot 1935-ben. A csapadék havon-

kénti földrajzi eloszlását 14 színes és 4 fekete nyomású térképpel bemutató műben *Hajósy* 519 megfigyelőhelynek adatait dolgozta fel s publikálta, érdemes munkával, lelkiismeretesen megállapítva e megfigyelőhelyek csapadékának 30 évi középértékeit, egyúttal végrehajtva ezen időszak anyagának bonyodalmas felülvizsgálatát. Művében teljes képet adott a magyarországi csapadékmérő hálózat fejlődéséről, kimutatta az adatokban rejtőző, különböző forrásokból eredő hibákat. Különleges gonddal állította helyre az állomások megfigyelési sorozatának homogenitását, minden állomás számára egyenként, körültekintően megállapítva a régi rendszerű (szuronnyzárás, bécsi mintájú stb.) csapadékmérők használatából keletkezett hibákat. Művében megteremtette azt az alapot, amelyre nemcsak a Magyarország, hanem a szomszéd államok csapadékklimájára irányuló minden későbbi kutatás is szilárdan építhetett.

Első művében csupán a csapadék havonkénti átlagainak közlésére szorítkozhatott. A csapadék egyéb paramétereinek, mint a csapadékos napok számának, a csapadék különféle küszöbértéke gyakoriságának stb. földrajzi eloszlását elemző második nagyobb műve, a „*Magyarország csapadékrészvényei 1901—1940*”, már az Intézet Magyarországi Éghajlata c. kiadványsorozatának 6. köteteként került kiadásra 1952-ben. Ebben 775 állomásról közli a csapadékmennyiség 40 évi középértékeit, s 393 állomás közül válogatva a csapadék mennyiségi és fajtankénti gyakoriságára vonatkozó átlagértékeket. A 14 többszínnyomatú és 62 fekete rajzú térkép s a 13 terjedelmes táblázatos anyag korszerű szinten, teljes keresztmetszetben mutatja be a csapadékparaméterek földrajzi eloszlását és számszerű értékeit Magyarországi területén. Az itt publikált anyag — kiegészítve az 1941—1950. évi megfigyelések anyagával — adott módot arra, hogy *Hajósy* dr. szerkeszthesse meg az 1960-ban kiadásra került „*Magyarország Éghajlati Atlaszá*”-nak az 1901—1950. időszak csapadékviszonyait bemutató 21 térképét is.

A felszabadulás előtti, ellenforradalmi korszak nem volt alkalmas arra, hogy a század eleje óta gyűjtött csapadékadatok alapján, egységes szempontok szerint legyenek vizsgálhatók hazánk és a szomszédos területek hidrometeorológiai kérdései. E hiányon kívánt részben segíteni *Hajósy* harmadik nagyobb lélegzetű műve, az Orsz. Meteorológiai Intézet Kisebbségi Kiadványai sorozatában (29. szám) 1954-ben megjelent „*Adatok a Tisza vízgyűjtőjének csapadékvizsgálataihoz*” c. kötet, amely első rendben a Tisza-vidék öntözési, vízgazdálkodási és vízellátási kérdéseinek megoldásában kívánt a tervezőknek tájékoztatást nyújtani. E műve alapján nyerte el 1955-ben kandidátussá minősítést is.

*Hajósy* Ferenc szakirodalmi működése természetesen nem korlátozódott e három, adat-

publikációs jellegű mű összeállítására. Kisebbségi tanulmányain kívül — melyek folyóiratunk olvasói előtt is ismereteseek, — földrajzi tankönyvek, monográfia-részletek szerzőjeként is találkozunk nevével. Ám nem célnék itt e művek teljes felsorolása. Meggyőződésünk, hogy korai lenne még alkotó tevékenységének, tudományos pályafutásának teljes értékelése. Hiszen joggal remélhetjük, hogy nyugalomba vonulásával nem zárul le, hanem inkább kiteljesedik szakírói ténykedése. Mentésülve a szolgálat mindennapi operatív feladataitól, alkotó energiája teljes mértékben fordulhat csapadékklimánk még számos, tisztázásra váró kérdése felé, amelyeknek megoldására hivatottabb kutató szinte alig akad a magyar meteorológiai kutatás öröndetesen gyarapodó gárdájában.

*Hajósy* dr. ez év január 5-én töltötte be hatvanadik életévét. Szolgálatában mindig példát mutatott a szorgalmas, lelkiismeretes adatfeldolgozó munkára, a mért és megfigyelt jelenséget rögzítő adat legszigorúbb kritikai értékelésére és megbeszélésére. S most, amikor kiválik a szolgálatból, ahol 1958 óta töltötte be az Adatfeldolgozó, majd a Tájékoztató Osztály vezetői tisztét, — csak e minőségében búcsúzzunk tőle. Bizton reméljük, hogy széleskörű szakismerete, tárgyszeretete további, értékes tanulmányokkal gyarapítja még klimatográfiai irodalmunkat. Ezért nem búcsúzzunk a szakírótól, hanem kívánunk *Hajósy* Ferencnek jó egészséget, további eredményekben gazdag nyugalmi éveket.

(Kakas J.)

\*

## ÚJ METEOROLÓGIAI OBSZERVATÓRIUM KESZTHELYEN

Ismét új létesítménnyel gazdagodott a magyar meteorológiai szolgálat, s vele a Balaton térségének időjárásai, ill. éghajlatukat állomás-hálózata: felépült a Balaton délnyugati partján a keszthelyi meteorológiai obszervatórium s ezzel új, megfelelő otthonba költözött az egy év hiján százesztendősi múltra visszatekintő keszthelyi meteorológiai állomás.

Keszthely az egyik legrégebb magyarországi meteorológiai állomás, amely egy évszázad során nem változtatta helyét. Ám ez alatt az egy évszázad alatt környezete változott meg úgy, hogy az állomás helyzete eredeti felállításának helyén tarthatatlanná vált.

A meteorológiai megfigyeléseket 1867-ben kezdte meg az akkori Felsőbb Gazdasági Tanintézetben, a későbbi Mezőgazdasági Akadémia elődjében felállított műszerekkel *Soós Mihály*, a Tanintézet mennyiségtan-termesztetanára. Az első évek megfigyelései ugyan még nem voltak rendszeresek, ám 1871-től kezdve, amikor az állomás a hivatalos meteorológiai állomáshálózat munkájába bekapcsolódott, úgy-

szólván megszakítás nélkül folytatta észleléseit mind a mai napig. Az első állomás felszerelése barométerből, hőmérőkből és csapadékmérőkből állott, adatai a Meteorológiai Intézet 1870-ben megindult Évkönyv-sorozatából sohasem hiányoztak.

1890-ben *Lovassy Sándor* tanár vette át az állomás vezetését, a 28 éven át az ő felügyelete mellett folytak az észlelések. A hőmérők 1908 decemberéig a Mezőgazdasági Akadémia épületének egyik emeleti ablaka külső részén, bádokköpenyben voltak elhelyezve. Ekkor kapott az állomás ún. angol házikót, amely az Akadémia udvarán került felállításra s ebbe, ill. e mellé telepítették át az állomás valamennyi műszerét. Minthogy a bádokköpenyben és az angol házikóban felállított hőmérők értéke között eltérés volt tapasztalható, ezért a két felállítási helyen a különös gonddal eljáró *Lovassy dr.* hosszabb időn át párhuzamos mérést is végzett. Ennek köszönhető, hogy a keszthelyi állomás évszázados sora egyneművé volt tehető.

Lovassytól 1918-ban *Soós Sándor* tanár, tőle pedig 1922-ben *Keller Oszkár* akadémiai tanár vette át az állomás vezetését. *Keller Oszkár* nevéhez fűződik a keszthelyi állomás obszervatóriummá fejlesztése. Egymás után került felállításra *Robinson-anemográf*, *csapadékmérő*, *termográf*, *higrográf*, *napfénytartammérő*, *párolgásmérő* stb. *Keller* 1929-ben az Akadémia

épületének tetejére kis teraszon 6,6 m magas vasszerkezetű tornyot építtetett, sugárzásiró- és egyetemes széliró-műszer alkalmas elhelyezése érdekében. Minthogy időközben az Akadémia területe egyre jobban beépült, az állomás környezete mind zártabbá vált. Ezt látva *Keller Oszkár* már 1930-ban tervbe vette egy új meteorológiai obszervatórium létesítését. Noha ennek az elképzelésnek a megvalósítását az állomás fejlesztésébe már 1932-ben bekapcsolódott *Vladár Endre* professzor is szorgalmazta, *Keller Oszkár* elgondolásait 1940-ben Keszthelyről történt távozásáig anyagiak hiányában nem tudta megvalósítani. Ettől kezdve 1959-ig *Vladár Endre* vezette az obszervatóriumot, és sikerült neki az állomás működésében még a háborús cselekmények okozta kényszerű szüneteket is a legrövidebb időre korlátozni.

A felszabadulás után hamarosan megindult belföldi légiforgalom a keszthelyi kis obszervatóriumot is fokozott feladatok elé állította. Bővült az ún. szinoptikus észlelési program, a napi háromszori terminus észlelések mellett kétóránkénti szinoptikus-jelentés, sőt naponta magassági szélmérés végzése vált szükségessé. Az így megnövekedett feladatokat *Vladár* professzor az állomásnak az Akadémia állományába tartozó *Szigeti Károly* észlelőjével együtt ellátni már nem tudta, ezért 1946-ban *Kellár*



Az új keszthelyi meteorológiai obszervatórium

Ferenc személyében főhivatású meteorológiai észlelőt kapott segítségül.

1956 februárjában rövidzárlat következtében tűz ütött ki az Akadémia épületében; az állomás műszerei javarészt megsemmisültek. A megfigyelések azonban mindössze három napig szüneteltek. Az obszervatórium működését mindenkor nagy agilitással biztosító Vladár professzor közbenjárására a tűz okozta károk helyreállításakor az Akadémia két helyiséget bocsátott a meteorológiai szolgálat rendelkezésére. A WMO ajánlásainak megfelelő, valamint a repülés biztonsága, az időközben kiépült balatoni viharjelző szolgálat érdekében egyre bővülő észlelési program folytán azonban az obszervatóriumra mind több feladat hárult. E feladatok a főhivatású észlelők létszámának négy főre emelését tették szükségessé, hogy a folyamatos, éjjel-nappali szolgálat zavartalanul elvégezhető legyen. 1959-ben nagyteljesítményű rádióadóval, később távgepiróval bővült az állomás felszerelése.

Az egyre növekvő, mind felelősségteljesebb feladatok megoldásának az irányítását az időközben nyugállományba került Vladár professzor már nem vállalta. Ekkor kapott *Kellár Ferenc* állomásvezetői minőségben megbízást az obszervatórium vezetésére.

A Mezőgazdasági Akadémia fejlesztésével járó építkezések miatt az Akadémia udvarán 1867 óta elhelyezett műszereket 1962 februárjában el kellett költöztetni az Akadémia kertészetébe. Ekkor jelentkezett újra a keszthelyi önálló obszervatórium felépítésének sürgető szükségége.

Keszthely város tanácsának Végrehajtó Bizottsága, méltányolva a meteorológiai megfigyelő- és jelentő-szolgálat fontosságát, a legnagyobb jóindulattal sietett az új elhelyezés kérdésében az obszervatórium segítségére. *Kellár Ferenc* állomásvezető szorgalmazására még 1963-ban megtörtént a helykijelölés, a kisajátított területnek a Magyar Meteorológiai Szolgálat részére történő birtokbaadása, megindulhatott a tanulmánytervek készítése. A megfelelő terület, majd később az anyagi fedezet birtokában 1965-ben megindulhatott az új obszervatórium *Domonkos Jenő*nek, a KÖZTI mérnökének tervei szerinti fölépítése.

Az új obszervatórium Keszthely déli határában, a híres „természetvédelmi fasor”-ral szegélyezett keszthelyi—balatonszentgyörgyi műút és a Balaton közötti területsávon épült fel, s már 1966. június 15-én műszaki átadására is sor kerülhetett. Egy hónappal később, július 15-én vette át a Magyar Meteorológiai Szolgálat nevében *Zách Alfréd* igazgatóhelyettes az új obszervatóriumot, s e naptól kezdte meg az új obszervatórium a szinoptikai, klimatológiai, aerológiai programja mellett a hidro- és agrometeorológiai észlelési programmal is bővült munkáját. S amikor nem mulaszthatjuk el az alkalommal sem a köszönet kifejezését az állo-

más működését 99 éven át biztosító Agrártudományi Főiskolának, joggal adhatunk kifejezést azon várakozásunknak is, hogy a korszerűen felszerelt új obszervatórium méltó utóda lesz akadémiái elődjének, folytatója a Keszthelyen 1867 óta megszokatlan meteorológiai megfigyeléseknek.

(*Micheller I.*)

\*

## A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG XII. VÁNDORGYÜLÉSE ÉS METEOROLÓGIAI KIÁLLÍTÁS ESZTERGOMBAN

A Magyar Meteorológiai Társaság augusztus 12—14. között rendezte meg Esztergomban XII. vándorgyűlést. A program előkészítése a Dunakanyar Intéző Bizottságával együttesen történt, s ennek megfelelően alakult a tudományos előadások tematikája, valamint a hagyományos tanulmányi kirándulás útvonalai is.

Az esztergomi Technika Házában pénteken délelőtt *Béll Béla* társelnök nyitotta meg a vándorgyűlést. Bevezetőül ismertette azt a célt, amelyet a Társaság maga elé tűzött akkor, amikor fennállásának 30. évében első vándorgyűlést Szegeden, 1955-ben megrendezte, majd áttekintette azt a gazdag termést, amely a vándorgyűléseken elhangzott előadások, felhívások és javaslatok eredményeként az elmúlt évtized alatt összegyűlt és amelynek jelentős része önálló füzetek formájában már közlésre is került. Megállapította, hogy a vándorgyűlések témaválasztása mindig a népgazdasági igények szem előtt tartásával történt, s így az Alföld meteorológiai problémáitól (Szeged, 1955.) a Dunakanyar biometeorológiai, hidrometeorológiai, botanikai és erdészeti vonatkozásaiig igen széles az a terület, amelyet az évenként összegyűlekező meteorológusok és a társtudományok művelői megvitattak.

Az elnöki megnyitó után *Gulácsy Béla* mérnök, a Dunakanyar Intéző Bizottsága Tudományos Bizottságának titkára, a Dunakanyar térségének jelenlegi problémáit és a távlati fejlesztési tervekkel kapcsolatos feladatokat ismertette. Előadásával egyben megadta a vándorgyűlés tudományos tanácskozásainak alaphangját is, mert a további előadások egy-egy általa fölvetett részletét fejtegette ki. Elemezte a terület üdülési lehetőségeit és annak kihasználtságát, majd a mezőgazdasági termelés fő irányait változta. Igen fontosnak tartjuk azt az összegező megállapítást, amely szerint a Dunakanyar a különböző magasságú, kitettségű, növénytakarójú, valamint fürdőzésre alkalmas területeivel a közeli főváros hétféle pihenésre, üdülésre, gyógyulásra és sportolásra vágyó lakosságának legváltozatosabb igényeit képes kielégíteni. Hangsúlyozta azt is, hogy a Duna-kanyar tervszerű fejlesztése során

a szubjektív ítéleteken túl műszeres megfigyelések eredményéhez igazodva kell a különböző jellegű tájrészleteket kijelölni.

*Kéri Menyhért*, az Országos Meteorológiai Intézet h. főosztályvezetője, a Dunakanyar éghajlati viszonyait ismertette, majd a bioklimatológiai szempontból legfontosabb meteorológiai elemeket és ezek szélsőértékeit tárgyalta Dobogókő és Budapest átlagértékeinek egybevetésével. Hiányolta a speciálisan biometeorológiai észlelési programmal működő állomásokat, mert nézete szerint a terület részletes bioklimatológiai jellemzése nélkül nem képzelhető el.

E két előadás utáni vitában *Bacsó Nándor*, *Kakas József* és *Terpó András* vett részt.

A délutáni ülészak *Bacsó Nándor* egyet. tanár elnökletével kezdte meg munkáját. Ennek keretében *Pécze György*, az Orsz. Meteorológiai Intézet tud. osztályvezetője, a vízmérleg klimatológiai elemzésével mutatott rá a Pilis és a Börzsöny éghajlati sajátosságaira, majd u csapadék évi járásának jellegzetességeit taglalta különböző áramlási helyzetekben. A legalább 10 cm-es hótakaró, a fagypon alatti hőmérséklet és az 50%-nál kisebb borultság egybeesése alapján határozta meg a téli sportra alkalmas napok számát. Az előadottakhoz *Bacsó Nándor*, *Béll Béla*, *Kozma Béla* és *Terpó András* fűzött néhány megjegyzést.

Ezután a vándorgyűlés résztvevői a Bottyán János Gépipari Technikum Kollégiumába vonultak át, amelynek dísztermében az Országos Meteorológiai Intézet által rendezett *Meteorológiai Kiállítás* várt megnyitásra. *Zách Alfréd*, az Intézet igazgatóhelyettese, megnyitójában a meteorológiai világhálózat jelentőségét és a nemzetközi együttműködés fontosságát méltatta. A kiállított tablók a meteorológiai információk hagyományos és műholdakkal történő begyűjtésének módszerét egyaránt a látogatók elé tárták. A műholdak által készített fényképfelvételek és a meteorológiai megfigyelési adatok gyors továbbítására alkalmas berendezések már a jövő útját mutatták be. *Kőrösi György*, *Héni Tibor* és *munkatársaik* szakszerű és áldozatkész munkájáról feltétlenül meg kell emlékeznünk akkor, amikor a jólsikerült kiállításról számolunk be.

Este az esztergomi művelődési házban a vándorgyűlés résztvevői és a nagyszámú helyi érdeklődő közönség előtt *Hirling György*, az Orsz. Meteorológiai Intézet tud. munkatársa, egyéves antarktisi tartózkodásáról tartott előadást. Az antarktisi expedíciók történetét bemutató visszapillantás, majd a X. Szovjet antarktisi expedíció munkáját ismertető élménybeszámoló az előadó által készített filmmel és a színes diaprojektívokkal együtt a tudományos ismeretterjesztés emlékezetes esztergomi eseményei közé sorolható.

A vándorgyűlés második napján, szombaton, *Salamán Pál* egyetemi tanár volt az első

előadó. Részletesen elemezte azt, hogy a Pilis és a Börzsöny természetjárói a tudományos kutatást milyen megfigyelésekkel támogatják. Értékes adatok szerezhették ily módon is pl. az eróziós károkra, a lefolyási viszonyok alakulására, a források vízhozamának méntére, a hó és a zúzmara jelenlétére és vintartalmára vonatkozó megfigyelésekből. Eppen ezért hangsúlyozta ebbe a munkába a természetjárók bekapcsolásának fontosságát. A szép és tanulságos színes képek az elmondottakat számos példával támasztották alá. A vita során *Bacsó Nándor*, *Béll Béla*, *Gulácsy Béla* és *Réthly Antal* a társadalmi erők mozgósítására vonatkozólag tettek további javaslatokat.

A következő előadó *Terpó András* egyet. docens volt. Európa növényföldrajzi képéből kiindulva a Kárpát-medence és a Dunakanyar vegetációjával ismertette meg a hallgatóságot. Megállapította, hogy e terület éghajlati szempontból, következőképpen botanikai szempontból is átmeneti jellegű terület. Ezt bizonyítja az is, hogy természetes növénytakarójában a kontinentális és a szubmediterrán növények egyaránt megtalálhatók.

*Papp László*, az ERTI tudományos főmunkatársa, nagy figyelemmel kísért előadásában a a Dunakanyar erdészeti meteorológiai értékelését adta. Többek között rámutatott az évi és a tenyészidőszak csapadékösszegének, valamint az erdőt alkotó fafajok közötti kapcsolatra, amely azonban csak közvetve mutatható ki. Az így kimutatott összefüggésekből kiindulva erdészeti szempontból három jól elkülöníthető területet határolt el. Előadásának második részében a Pilis hegység egyik kopár völgyében végzett mikroklima méréseinek eredményeit mutatta be, hangsúlyozva, hogy hasonló méréseket a Börzsönyben is kell végezni, az erdőgazdálkodás kérdéseinek további tisztázása érdekében.

Az előadásokat élénk vita követte, amelyben *Bacsó Nándor*, *Kakas József*, *Martos András* és *Salamán Pál* vett részt.

A vándorgyűlés előadásainak vitája során elhangzott vélemények, javaslatok és gondolatok lényegét az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. A Dunakanyar területéről jelenleg rendelkezésre álló meteorológiai megfigyelési anyag még korántsem oly mértékben hasznosított, amennyire az kívánatos volna.

2. A természetjárók bekapcsolása érdekében útmutatást kell készíteni, hogy a megfigyelések egységesen történjenek, továbbá azért, hogy a feljegyzett adatok a megfelelő formában és időben kerüljenek az illetékes szakemberek kezébe.

3. A botanikai és erdészeti előadás egyaránt bizonyította, hogy a természetes vegetáció megfigyelése alapján kijelölhetők a jellegzetes

mikroklímára, esetleg mezoklímára utaló területek. Az így kijelölt területek jellemzését azonban műszeres terepbejárással, majd ennek tanulságait levonva időszakos helyszíni mérésekkel kell tovább finomítani, tehát a szemrevételezés során kialakult megállapításokat számszerűen kell alátámasztani, mert a tervezés csak ilyen adatokra építhet.

4. Élénk vitát váltott ki az a kérdés, hogy a Dunakanyarban egyáltalán indokolt-e *mediterrán* vagy *szubmediterrán* klímáról beszélnünk. Egyöntetű volt az a vélemény, hogy itt is legföljebb a *mediterrán* vagy *szubmediterrán* klímalelemek időnkénti megnyilvánulásáról lehet szó, s ezt elsősorban bizonyos jellegzetes flóraelemek *szigetszerű* előfordulásai fejezik ki.

Az elnöki zárszóban *Béll Béla* joggal állapíthatta meg, hogy az elhangzott előadások jól szolgálták a kitűzött célt. A tervszerű üdültetés, a turisztika, az idegenforgalom, a gyümölcstermesztés és az erdőtelepítés terén nagyon is hasznosítható eredmények kerültek bemutatásra. A javasolt műszeres felmérések természetesen számos intézmény és társadalmi szerv erőinek összefogását igényli. Ezért az elhangzott javaslatokat a Társaság elnöksége összesíti, s a MTE SZ Főtitkárságán keresztül az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságnak küldi meg. Ily módon az érdekelt szakterületek mozgósítása és az anyagi igényeknek a biztosítása is remélhető.

A vándorgyűlés előadássorozatának befejeztével aug. 13-ának délutáni programját *Nagy Lajos* múzeumigazgató és *Dümmerling Ödön* főfelügyelő vezetésével Esztergom történelmi és kulturális nevezetességeinek bemutatása alkotta. Másnap, vasárnap reggel pedig a vándorgyűlés résztvevői autóbusszokkal tanulmányi kirándulásra indultak. Az első állomás Dobogókő volt. Útközben a viaduktról, majd a hegytetőkről gyönyörű látvány tárult a nézők szeme elé. Dobogókő után Pilismarót felé folytatódott az út, majd Visegrádon a Nagyvilám, a fellegrvár és a királyi palota ásatásainak megtekintésére nyílt alkalom. Ebéd után komppal Nagymarosra, majd Zebegegy—Szob—Márianosztra—Kóspálgy—Királyrétre vezetett az út, onnan az autóbusszok már hazafelé tartottak.

A vándorgyűlést értékelve megállapítható, hogy a résztvevők az előadások során teljes képet kaptak a Dunakanyar meteorológiai és meteorológiai háttérü problémáiról. A tanulmányi kirándulás pedig — noha a déli órákban a hőmérséklet a 30°-ot is meghaladta — gazdag kulturális programjával, s a Dunakanyar természeti szépségeiben bővelkedő tájrészleteinek bemutatásával maradandó élményt nyújtott, s a hőség ellenére méltó befejezését jelentette a Magyar Meteorológiai Társaság XII. vándorgyűlésének.

(Szakály J.)

## AZ UNESCO ELSŐ AGROKLIMATOLÓGIAI MÓDSZERTANI SZIMPÓZIUMA

Az angliai Readingben tartotta az UNESCO a FAO-val és a WMO-val közös rendezésben az agroklimatológiai módszertani kérdésekkel foglalkozó első nemzetközi szimpóziumát, 1966. július 23. és 30. között. A szimpóziumon 36 ország képviseltette magát 130 résztvevővel.

A szimpóziumot 1966. július 25-én 9 órakor A. H. Bunting, a readingiegyetem agrobotanikai tanszékének professzora nyitotta meg, majd a J. COCHENE nevében O. Fränzele, a FAO nevében J. Cocheme, a WMO nevében pedig P. Meade üdvözölte az ülés résztvevőit.

A szimpóziumon közel 40 előadás hangzott el, amelyek szinte az agroklimatológia egész területét átfogták. A bevezető előadást P. M. A. Bourke, az Ir Meteorológiai Szolgálat igazgatója tartotta az agroklimatológia céljáról és feladatáról. Véleménye szerint az agroklimatológia feladata, hogy minden rendelkezésre álló meteorológiai ismeretanyaggal segítse a mezőgazdaságot oly módon, hogy ezzel hozzájáruljon a mezőgazdasági termelés mennyiségi és minőségi emeléséhez. Különösen kiemelte az agroklimatológia és az agroklimatológiai osztályozás fontosságát a mezőgazdasági tervezés számára.

Több előadás foglalkozott a meteorológiai és mezőgazdasági adatok (fenológiai fázisok, terméseredmények stb.) közötti kapcsolatok vizsgálatával. Elsősorban a napsugárzás és a víz mezőgazdasági növényekre gyakorolt hatásának jelentőségét emelték ki.

Számos dolgozat foglalkozott az éghajlat és a talaj, az éghajlat és a növényi és állati betegségek, valamint az éghajlat és az állatok produktivitása közötti összefüggésekkel, az öntözés, a fagyok és az erdősávok agroklimatológiai vonatkozásaival.

Kitűnő összefoglaló ismertetést hallottunk az eddigi megjelent agroklimatológiai osztályozási módszerekről. Néhány előadás pedig egyes területek agroklimatológiai jellemzésével foglalkozott.

Igen alapos és részletes munka tárgyalta az agrometeorológiai tájékoztatásokkal kapcsolatos problémákat és lehetőségeket.

Az előadásokat élénk vita követte, amelynek során számos értékes hozzászólás segítette az agroklimatológia egyes témakörében felmerült kérdések tisztázását.

(Varga-Haszonits Z.)

\*

## NUKLEÁRIS METEOROLÓGIAI KONFERENCIA A LITVÁN SZSZK-BAN

A Litván SzSZK Tudományos Akadémiája 1966. június 7—9. között nemzetközi konferenciát rendezett Palangában — a Balti-tengerpart egyik üdülőhelyén — „A légkör radioaktív

szennyeződéstől való öntisztulásának kérdései” címmel. A különböző kutatóintézetekből összegyűlt mintegy 80 szovjet résztvevő mellett, hat kelet-európai előadó — *Kopcevicz, Tomaszenko* (Varsó), *Warmt* (Drezda), *Ziendler* (Berlin), *Manolov* (Szófia), *Simon A.* (Budapest) — is tevékenyen közreműködött a konferencián. A konferenciát a Litván Tudományos Akadémia megbízásából *Styro* professzor szervezte, akinek intézete koordinálja a szovjet nukleáris meteorológiai kutatásokat. A konferencia e témakörben a harmadik volt a Szovjetunióban. Az elsőt Vilniusban, a másodikat pedig Obninszkban rendezték meg, még külföldi résztvevők nélkül.

A hat ülészakban elhangzott 30 előadás három téma körül csoportosult. Elsőnek a nukleáris robbantások során keletkező különböző izotópok nagytérségű talajraülepedésének meteorológiai mechanizmusát tárgyaló és az ülepedésben résztvevő anyagok mérésének problémáival foglalkozó előadások hangzottak el. E részben főleg *Styro* és *Garbaljauszkasz* (Vilnius) előadásai keltettek érdeklődést. Mindketten a légkör öntisztulásának problémájával foglalkoztak, a hosszú felezési idejű alfa- és béta sugárzókra kapott méréseredmények felhasználásával. A második témacsoportban egyes meteorológiai folyamatoknak a hatását vizsgálták. Kiemelkedett itt *Kopcevicz* (Varsó) előadása, amely a hidegfrontok lesiklófelületén létrejövő nagyobb radioaktív szennyeződések kérdésével, valamint *Kaszatkina* (Moszkva) referátuma, amely pedig a ciklon meleg szektorában létrejövő radioaktivitás növekedésének kérdéseit tárgyalta. A harmadik témacsoport az ülepedés elméleti kérdéseivel foglalkozott. Igen érdekes volt *Mahonko* (Obninszk) előadása, amely a felső troposzféra vertikális diffúziós koeficiensének megbecslésével számította ki a troposzféra öntisztulási sebességét. Ugyancsak itt lehet kiemelni *Mahonko* és *Avramenko* (Obninszk) radioaktív izotópok, kémiai elemek és vegyületeik kimosódásának elméletét tárgyaló előadását. Az „*Összefüggés a csapadék mennyisége és mesterséges eredetű béta-radioaktivitása között*” című magyar előadás az utóbbi előadásnak gyakorlati kiegészítője volt.

*Styro* professzor zárszavában bejelentette a résztvevőknek, hogy az elhangzott rendkívül értékes anyagot a Litván Tudományos Akadémia hivatalos kiadványaként három kötetben még ez évben sajtó alá rendezi.

Az utolsó előadási nap estéjén a vendéglátók fogadást rendeztek a résztvevők számára. A Palanga—Klaipėda—Nida útvonalon megrendezett autóbusszirándulás már kellemesen oldotta fel a konferencia nagy figyelmet igénylő légkörét. A résztvevők szép napos időben váltakozva csodálhatták a Balti-tengerpart általánosan homokdűnéit, fenyőerdőit és a még fürdőzésre hideg tenger hullámainak játékát.

(Simon A.)

## A LÉGIÚTVONALKLIMATOLÓGIAI SZERKESZTŐ KOLLÉGIUM MÁSODIK ÜLÉSE

Az európai szocialista államok meteorológiai szolgálatainak igazgatói még 1961-ben, a szófiai konferenciájukon elhatározták, hogy az államaik területén vezető légiútvonalak éghajlati feldolgozását elkészítettetik. Ennek a munkának az irányítását előbb egy munkacsoportra bízták, majd 1964-ben egy szűk körű, háromtagú szerkesztő kollégiumra ruházták. A kollégium második ülését 1966. június 1—4. között Budapesten tartotta meg, amelyen a Német Demokratikus Köztársaság Meteorológiai Szolgálatát Dr. *H. Wehner*, a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatát V. J. *Titov*, a földrajzi tudományok kandidátusa képviselte. A Magyar Népköztársaság Meteorológiai Szolgálatára az ülésen *Adámy L.*, tud. munkatárs mint titkár, *Bucsy J.* osztályvezető mint szakértő vett részt. A tárgyalásokat a moszkvai igazgatói konferencia (1966) által kijelölt elnök, *Ozora Z.* főosztályvezetőhelyettes vezette.

A szerkesztő kollégiumnak az volt a feladata, hogy kidolgozza a légiútvonalak klimatológiai anyagának legszemléletesebb ábrázolási módszerét. Erre a célra rendelkezésre álltak az eddigi ajánlások, továbbá azok a módszertani dolgozatok, amelyeket a tagok a szerkesztő kollégium legutóbbi ülésén (Moszkva, 1964.) óta készítették el, valamint a Prága—Moszkva útvonalra összeállított minta-feldolgozás. Ezt az utóbbi, jelentős munkát a Szovjetunió Aeroklimatológiai Tudományos Kutató Intézete (NIIAK) készítette el.

A szerkesztő kollégium kidolgozta minden egyes elem ábrázolási módszerét, és fölkérte a Magyar Meteorológiai Szolgálatot egy szabályzat összeállítására, amelyben az észlelési adatok feldolgozásától kezdve az ábrázolási módszerek leírásáig minden részletkérdést rögzítenek.

A tárgyalások az Országos Meteorológiai Intézet tanástermében a szokott baráti légkörben folytak le. Ez tette lehetővé, hogy aránylag rövid idő alatt jelentős eredményeket lehetett elérni.

(Ozora Z.)

\*

## A DOMBORZAT IDŐJÁRÁST ALAKÍTÓ HATÁSÁNAK KOORDINÁLT KUTATÁSA

érdekében a Belgrádban, 1965 májusában tartott III. nemzetközi Kárpát-meteorológiai konferencia külön munkacsoportot alakított. A belgrádi egyetem meteorológiai tanszékének vezetője, M. *Čadež* professzornak a kezdeményezésére a Kárpát-térség és a hozzá csatla-

kozó területek meteorológusaiából alakult munkacsoport első megbeszélésre ez év július 1-én és 2-án ült össze Belgrádban. A megbeszéléseken Csehszlovákiából *M. Konček* professzor (Pozsony) és *J. Červený* (Prága), Görögországból *S. Papanakís* (Athén), Lengyelországból *J. Michalczewski* (Varsó), a Német Dem. Köztársaságból *H. Ertel* professzor (Berlin), a Szovjetunióból *V. N. Babicsenko* (Kijev), Magyarországról *Adámnyé Lászlóné*, az Orsz. Meteorológiai Intézet Hidrometeorológiai osztályának tud. munkatársa vett részt.

A témacsoportot szervező és munkáját irányító Čadež professzor ismertette „*A domborzat hatása az időjárás alakulására*” címmel jelzett téma koordinált kutatására vonatkozó elvi koncepciókat, s egyben javaslatokat terjesztett elő a munkaprogram egyes pontjainak gyakorlati megvalósítására. Az előterjesztett program beható vitája során mindjobban kiűnt annak szüksége, hogy még további országok meteorológusai is kapcsolódjanak be a munkába. Elhatározta tehát a munkacsoport, hogy ilyen értelmű javaslatot terjeszt elő a Meteorológiai Világszervezet megfelelő fóruma elé. A munkacsoport tagjai számára rövid belgrádi tartózkodásuk is egyszerű alkalmat adott a meggyőződésre a jogoszláv kollégák szívélyes vendégszeretetéről, másrészt a megbeszélések kellemes légköre a meginduló közös munka jó előfeltételét jelentette.

(*Adámnyé Koflanovits E.*)

\*

## FELHŐFIZIKAI TANULMÁNYÚT CSEHSZLOVÁKIÁBAN

A Műszaki Tudományos Együttműködés keretében *Mészáros Ernőné* és *Simon Antal* 1966 júniusában egyhetes felhőfizikai tanulmányúton vett részt Csehszlovákiában. Tanulmányútjuk során a Csehszlovák Tudományos Akadémia Légkörfizikai Intézetében folyó kutatásokkal ismerkedtek meg.

Útjuk első részében a Légkörfizikai Intézet Hradec-Kralove-i Observatóriumát látogatták meg, s részletesen megismerkedtek az itt folyó kísérletekkel. Az observatóriumban egyrészt a felhők mesterséges befolyásolásával kapcsolatos vizsgálatokat végeznek, másrészt a víz fázisátmeneteivel, jégkristályok növekedésével és a fagyásnál tapasztalható töltésképződéssel kapcsolatos problémákat tanulmányozzák.

Az elméleti kutatások túlnyomórészt a Légkörfizikai Intézet prágai központjában folynak, *J. Podzimek* vezetésével. Itt a következő témákat tanulmányozzák: jégkristályok esésének és ezzel kapcsolatos növekedésének törvényszerűségei; felhősepppek párolgása turbulens áramlásban; zivatarfelhők makrofizikája;

radarmeteorológia; légköri aeroszolrészecskék kémiai összetételének tanulmányozása.

A tanulmányút résztvevői prágai tartózkodásuk második napján a milesovkai obszervatóriumot látogatták meg, ahol a légköri határtereg s a légköri turbulencia vizsgálatával kapcsolatos mérések folynak. Itt van felszerelve az időjárás radar is.

A harmadik napon a CsTA Fizikai-kémiai Intézetében látogatták meg *K. Spurný* osztályát, ahol az ultramikroszkópiával, az elektronmikroszkópiával és az aeroszolok kimutatásának egyéb módszereivel kapcsolatos problémákra kaptak választ. Délután pedig a Fizikai-kémiai Intézet vendégeként Prágában tartózkodó *N. A. Fuchs* moszkvai professzor előadását hallgatták meg az aeroszol-technológia jelenlegi állásáról.

A Légkörfizikai Intézetben megbeszélést folytattak *J. Podzimek* igazgatóval a csehszlovák és magyar felhőfizikai kutatások terén már eddig is meglévő együttműködés továbbfejlesztéséről. Ennek értelmében ez év őszén három csehszlovák szakember látogatja meg intézetünket a Légkörfizikai Osztályon folyó kutatásokkal való közelebbi megismerkedés és tapasztalatcsere céljából.

(*Mészárosné Nagy Á.*)

\*

## OSZTRÁK METEOROLÓGUSOK BUDAPESTEN

A repülésmeteorológiai adatokat továbbító távgépíró hálózat, a MOTNE fejlesztése a jövő év júniusában újabb jelentős állomáshoz ér el: életbe lép az ún. 3. fázis, amelyben a továbbított anyagmennyiség a jelenleginek csaknem a kétszeresére növekszik. A 3. fázis életbeléptetésével kapcsolatos problémák megbeszélése céljából a Magyar Meteorológiai Szolgálat igazgatója meghívta az osztrák Bundesamt für Zivilluftfahrt két szakemberét, dr. *B. Knirsch*-et, az Osztrák Repülésmeteorológiai Szolgálat vezetőjét, és *Ing. F. Leutner*-t, a bécsi MOTNE központ vezetőjét. A felek az 1966. június 10—11-én megtartott tárgyalásokon megegyeztek, hogy a már meglévő Bécs—Prága—Budapest (háromszög) összeköttetés segítségével mind a magyar, mind a csehszlovák repülésmeteorológiai szolgálatot ellátják a teljes MOTNE anyaggal. A ferihegyi MOTNE központ kötelessége a magyar, román, bolgár és jugoszláv táviratok gyűjtése és továbbítása Bécsbe, valamint az onnan érkező sürgönyök átadása a délkelet-európai szolgálatoknak.

A tárgyalások folyamán egymás problémáinak teljes megértése nyilvánult meg, és a felek elhatározták, hogy a szomszédos szolgálatok között az eddigi gyümölcsöző együttműködést még szorosabbra fűzik.

(*Ozorai Z.*)

## NEMZETKÖZI OCEANOGRÁFIAI KONGRESSZUS MOSZKVÁBAN

A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának meghívására a Nemzetközi Oceanográfiai Kongresszus második ülését Moszkvában tartotta 1966. május 30—június 9. között. A kongresszus szervezésében a Szovjet Tudományos Akadémia mellett résztvett az Óceán-kutatás Tudományos Bizottsága, az UNESCO, a meteorológiai Világszervezet, az Egyesült Nemzetek Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség.

A kongresszuson 50 ország mintegy 2000 szakembere vett részt. Az előadások 3 szekcióban folytak (óceán és légkör, óceán és élet, tengeri geológia), ezeken belül 8 alszekció működött. A meteorológiai kérdések az „óceán és légkör” szekcióban kerültek megvitatásra. Itt 67 előadás hangzott el, s mind az előadások számát, mind az ülések látogatottságát tekintve, az óceánokkal kapcsolatos meteorológiai problémák állottak a kongresszus érdeklődésének homlokterében.

A bemutatott referátumok igen széles területet öleltek fel. Az előadások nagy része a következő csoportokba sorolható:

1. Az óceánok hő- és vízháztartása.
2. A felszíni lég- és vízrétegek turbulenciaviszonyainak vizsgálata.
3. Tengeráramlások vizsgálata, a víz- és sóadvekciónak eloszlása a világóceánok különböző szintjében.
4. A tengeráramlások és az általános légkörzés kapcsolata.

A hő- és vízháztartásvizsgálatok köréből kiemeljük *M. I. Budíko* referátumát, melyben a Nemzetközi Geofizikai Év során gyűjtött, óceáni körzetekre vonatkozó újabb meteorológiai adatok felhasználásával kiegészített hő- és vízháztartási térképeket ismertette. *Ja. A. Ivanov* előadása a felszíni hőkiacserélődés és a tengerek csapadékbevétele és párolgása közötti különbség kapcsolatával foglalkozott s általános formulát mutatott be ez utóbbi különbség hőháztartási, és a tengerfelszín sótartalmára vonatkozó adatok alapján történő meghatározására. A kidolgozott módszer gyakorlati alkalmazása lehetővé teszi, hogy a párolgás energetikai módszerrel történő kiszámítása után viszonylag pontosan megadjuk a világóceánok különböző körzeteire hulló csapadék mennyiségét, amelynek közelítő meghatározása is — mérések hiányában — számos nehézségbe ütközik. E globális áttekintést és lényeges új eredményeket bemutató referátumok kívül több előadás tárgyalta egyes kisebb körzetekre vonatkozó energiaháztartásvizsgálatok eredményeit, bemutatva e kutatásokkal összefüggő metodikai és technikai problémákat.

A felszíni lég- és vízrétegek turbulenciaviszonyainak vizsgálata köréből a kicserélődési rétegre vonatkozó turbulenciautakutatók ered-

ményeiről (*D. L. Lajhtman* és *B. A. Kagan*), a vízfelszín fölötti szélnyíródásról (*R. H. Loucks*), a tengerhullámzás elméleti-fizikai és kísérleti vizsgálatáról (*V. V. Sulejkin*), a hullámzó víz fölött kialakuló szélmezőről (*R. W. Stewart*), a tengerek fölötti turbulens hőátvitel elméleti kérdéseiről (*S. A. Kitajgorodszkij*) és a különböző vízrétegek kinetikus energiaspektrumának a homogén izotróp turbulenciaelmélet alapján történő tanulmányozásáról (*F. Webster*) hangzottak el referátumok.

A víz- és sóadvekciónak meghatározása jelentős kutatóapparátust köt le a tengeri országok oceanográfusai és hidrometeorológusai köréből. A tengeráramlások és a sókoncentráció háromdimenziós feltérképezése módot nyújt arra, hogy megfelelő hidrodinamikai áramlási modellek kidolgozása után megszerkesszék a különböző időszakokra vonatkozó víztömeg- és sóadvekciónak térképeket. E térképek elkészítésével kapcsolatos kutatásokról tájékozódhattak a szekciónak résztvevői az e témakörhöz csatlakozó 35 előadás során.

Szorosan kapcsolódott az előbbi témakörhöz az általános légkörzés és a tengeráramlások kölcsönhatásait taglaló előadások sora. Ezek közül *J. Bjerknæs* referátumát emeljük ki, mely a Csendes-óceán különböző körzeteiben kialakuló makroszinoptikai képződmények és a tengeráramlások hőmérsékletének változásai között fennálló kapcsolatot világította meg, rámutatva ez utóbbi tényezőnek arra a szerepére, melyet a környező kontinensek fölötti általános cirkuláció módosulására kifejt. Az Észak-Atlantikum fölötti nyugat-keleti légátvitel ritmusának a Golf áramlásra gyakorolt hatásával s a tengeráramlások légkör felé irányuló hőátadásának kérdéseivel foglalkozott *A. I. Duwanyin* előadása. Kimutatta, hogy az óceán és légkör közötti kölcsönhatásokban 2,5—5 éves ritmusok vannak, ezek fizikai okai azonban még tisztázatlanok.

Bár hazánk nem tengeri ország, s így a bemutatott legújabb kutatási eredmények közvetlen hasznosítására nem gondolhatunk, az elhangzott előadások élesen rámutattak arra, hogy a légköri folyamatok tanulmányozása során klimatológiai vetületben is egyre inkább a fizikai megalapozottság, a turbulenciaelmélet, az energiaháztartáson és a cirkulációs modelleken felépülő kutatások kerülnek az előtérbe.

A kongresszus megrendezése mintaszerű volt, az előadásokat négy nyelven (orosz, angol, spanyol, francia) tolmácsolták, s a Lomonoszov Egyetem impozáns, modern előadótermei méltó keretet biztosítottak e jelentős nemzetközi tudományos esemény számára. A kongresszus munkáját számos szakmai látogatás (közöttük a moszkvai Légkörfizikai Intézet megtekintése), s a szovjet oceanográfiai kutatások főbb eredményeit bemutató gazdag kiállítás egészítették ki.

(Pécze Gy.)

## A „GHOST”-PROGRAM KÍSÉRLETI FELSZÁLLÁSAI A DÉLI FÉLTEKÉN

A meteorológiai világhálózat (*World Weather Watch*) megtervezésének már a korai stádiumában rájöttek arra, hogy az egész világra kiterjedő meteorológiai észleléseknek a hagyományos módszerekkel — tehát emberi közreműködéssel észlelő földi vagy magaslévköri állomásokkal — történő végrehajtása nagyon költséges eljárás. Ezért az erőfeszítések arra irányulnak, hogy olyan új technikai eljárásokat dolgozzanak ki, melyek az adatokat gazdaságosabb módon bocsátják rendelkezésre. Ezeknek az új technikai eljárásoknak az eszközei a meteorológiai műholdak, az automata időjárásjelző állomások és a kiegyensúlyozott, lebegő ballonok.

Az általános cirkuláció minőségi és mennyiségi jellemzése érdekében a Meteorológiai Világszervezet már 1963-ban tartott IV. kongresszusán határozatot hozott a világméretű megfigyelések fejlesztésére. A program kiegyensúlyozott léggömbökkel, meghatározott magasságban végzendő rádiószondás megfigyeléseket és a mesterséges bolygók adatainak tanulmányozását foglalta magában. Az Egyesült Államok Nemzeti Légkörkutató Központja (NCAR) és az Újzelandi Meteorológiai Szolgálat hatalmas méretű kooperációs programot készített elő ezeknek a terveknek a megvalósítása érdekében. A déli félteke 12 állama mutatott érdeklődést a programban való részvételre. A mérések GHOST (*Global Horizontal Sounding Technique* rövidítése) néven váltak ismertté. A program elsődleges célja az általános cirkuláció összetevőinek meghatározása, és adatgyűjtés azokról a területekről, ahol a földi megfigyelő állomások hálózata meglehetősen gyér, vagy teljesen hiányzik. Ilyen területek első sorban a déli félteke óceánjai.

A GHOST program technikai kivitelezésére kidolgozott terv szerint túlnyomásos léggömbök ezreit juttatják fel különböző magassági szintekre az északi és déli féltekén egyaránt. A léggömbök szállította szondák konstans magasságban szállva meteorológiai adatokat sugároznak a földi állomásokra.

E nagyszabású terv végrehajtására azonban csak számos más probléma előzetes megoldása után kerülhet sor. A kísérleti periódusban végzett mérések feladata, hogy a fölmerülő műszaki, gazdaságossági és meteorológiai kérdésekre választ adjon. Ezekre a kísérleti mérésekre 1966 márciusa és májusa közötti időszakban került sor. Az eddigi kísérleti mérések lefolyásáról és tapasztalatairól már érdekes beszámolót is olvashatunk a *WMO Bulletin* ez évi júliusi számában *V. E. Lally*, *E. W. Litchfield* és *S. B. Solut* tollából, amelyet érdekessége folytán — úgy véljük — érdemes részletesen ismertetnünk az *Időjárás* olvasóival.

Az előzetes tervekről *ui. Koppány György* már közölt ismertetést folyóiratunk 1965. évi 3. számában, s abban a felhasználásra tervezett léggömbök és rádiószondák műszaki adatait is felsorolta. Ezek szerint a horizontális szondázást 3 különböző magassági szintre tervezték, az 500, a 200 és a 30 mb-os szobárfelületre. A felhasználandó léggömbök átmérője a különböző magasságokban rendre 1,5; 2,1; ill. 4,0 méter, falvastagságuk pedig 0,06; 0,04 és 0,01 mm. A léggömbök által szállított négy mérőműszer közül az első a Nap irányszögét méri, súlya 1 gramm; a második a hőmérsékletet (0,1 gramm), a harmadik a légnomást és a léggömb túlnyomását (10 gramm), végül a negyedik a nedvességet (1 gramm). Az egész rádiószonda súlya 140—180 gramm. Az energiaforrás 90 db, egyenként  $2 \times 1$  cm-es napelemből áll, amely 1 watt teljesítményű rádióadót működtet. A rádióadó súlya 10 gramm, és csak nappal működik.

Az Egyesült Államok Nemzeti Légkörkutató Központjának fentebb említett három munkatársa beszámolójában az itt felsorolt adatokra már nem tért ki, feltehetően azért, mert az előzetes terveknek megfelelően történt a megvalósítás.

A kísérleti mérések feladatai a következőképpen csoportosíthatók:

1. A túlnyomásos léggömbök megmaradási valószínűségének, tehát várható élettartamának vizsgálata.
2. A léggömbök feljuttatása a kívánt magasságra és az esetleges csoportosulás, torlódás megakadályozása.
3. A túlnyomásos léggömbök konstans magasságon való megmaradási valószínűségének ellenőrzése.
4. A GHOST programban való részvétel céljára készített rádiószondák pontos és megbízható voltának kipróbálása nagy magasságokban.
5. A mérések adatainak a földi állomásokra továbbítása, amelynek során h iradástechnikai és kódzási kérdések lépnek előtérbe.

Az első feladat gazdaságossági problémát rejt magában. Ha *ui. pl.* a léggömbök átlagban csak egy hétig működnek, s újra pótolni kellene őket, a rendszer fenntartási költségei igen nagyok lennének. A számítások szerint hat hónap az a közepes időtartam, amely alatt a ráfordított összeg nemcsak, hogy megtérül, hanem a rádiószonda-hálózat fenntartási költségeinek csupán töredékét teszi ki.

A két következő probléma, azaz a léggömbök feljuttatása bizonyos magassági szintre és a kívánt magasságon való megmaradásának kérdése szorosan kapcsolódik egymáshoz. Nagymértékben akadályozza ezt az, a jegesedés okozta súlytöbblet, amely miatt a léggömb nem tudja elérni a kívánt magasságot. A tala-

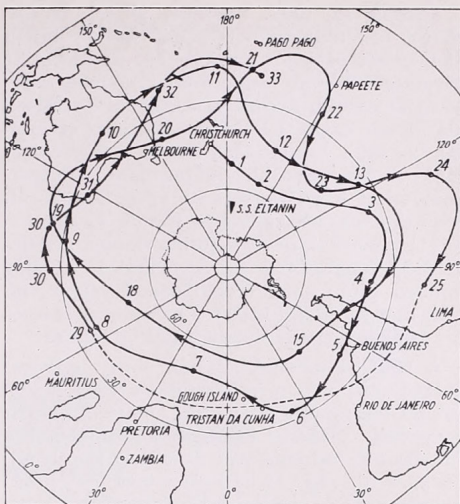
jon folytatott kísérletek szerint 1,5 m-es átmérőjű léggömb felületén annyi vízesepp gyűlhet össze, amely a léggömb súlyának 35%-át teszi ki. Mivel a léggömbök csak 10–12%-os szabad felhajtással szálltak, nem tudtak áthaladni az altostratus felhőkben levő túlhűlt vízesepeken. Ezen később úgy segítettek, hogy viasszal kezelték a léggömböket s az ilyen léggömbök a saját súlyuknak már csak 10–15%-nyi részét tartják meg a felületükön vízesepp alakjában. A viaszkezelésű, valamint a 20–30%-os szabad felhajtással rendelkező léggömbökkel valószínűleg sikerülni fog a kívánt magasság elérése és fenntartása.

További probléma a léggömbök csoportosulása, amely egyelőre még nincs megoldva. A 200 mb-os szinten tehát kb. 12 km-es magasságban úszó léggömbök erős hajlandóságot mutatnak arra, hogy meanderező pályán a közepes szélességek fölött maradjanak, a 15 és 65°-os szélességi körök között (lásd az ábrát).

Fontos probléma volt továbbá a mérés megfelelő pontosságának ellenőrzése. Túlnyomásos léggömbök esetében, ahol a ventiláció zérus, a hőmérséklet mérése nem történik kielégítő pontossággal. Laboratóriumi kísérletek bizonyították azonban, hogy a hőmérsékletet vékony (kisebb mint 250 mikron átmérőjű) fémezett termisztorral 0,5 °C-nál kisebb hibával méri. A nyomásmérésnél a rezgés hiánya okozhat hibát az aneroid működésében, mivel egy mechanikus áttételű kapcsoló kart mozgat. A kísérletek során használt aneroid 1 mb-os hibával működött az 500 mb-os szinten, de folyamatban van egy nyomásjel-átalakító kidolgozása, amelynek a működése megbízhatóbb. Nedvességmérést a kísérleti felszállásoknál még nem végeztek.

További feladat az adatok megfelelő továbbítása a földi állomásokra. Mint említettük, minden léggömb napelemmel működő rádióadóval volt felszerelve, amely a nappali órákban meghatározott periódusokban Morsejeleket bocsátott ki. Egy fényérzékelő berendezés a Nap irányzóját mérte, tehát gondoskodott arról, hogy a napelemek a Nap felé forduljanak. Az adás 15 025 kilociklus/sec frekvencián történt. A Christchurch-i (Új-zéland) állomás 8000 km távolságról is jól tudta venni a léggömbökről jövő jeleket. Az előzetes tervek szerint 5000 km volt a maximális távolság, amelyről a jó vétel biztosított-nak látszott.

A léggömböket Christchurchből indították el. A déli féltekén 13 követő állomást jelöltek ki, amelyek rádióvevővel voltak felszerelve és előre elkészített speciális táblázatot használtak, amelynek segítségével a rádiószonda által mért napirány és a mérési időpont ismeretében meghatározható a léggömb földrajzi helyzete. A Csendes-óceán fölött 1964-ben végzett hasonló lokációs mérések pontossága 100–200 km volt. A jelenlegi kísérleti periódus alatt az idő-, ill. helymeghatározás 2–3 óras, ill. 100 km-es



A Christchurch-ből 1966. március 30-án felbocsátott és kb. 12 km magasságban lebegő léggömb pályája az első 33 napon megtett útszakaszzal (A WMO Bulletin nyomán)

nagyságrendnyi pontossággal történt. Optimális feltételek mellett a folyamatos vételt tervezett 12 követő állomás helyett 3 állomás is el tudja látni, a vétel minden körülmények közötti biztonsága azonban 6 állomás felállítását követeli meg. A vevőállomások rádióteletype segítségével továbbították a léggömbökről kapott adatokat az Egyesült Államok-beli Boulderbe (Colorado), ahol elektronikus számológépek biztosították a meteorológiai adatok gyors kiszámítását. A kísérleti mérések adatait rendelkezésükre bocsátották azoknak a szinoptikus szolgálatoknak, amelyek kérték. Ezek az adatok jó kiegészítésként szolgáltak a szinoptikus térképek elkészítéséhez, mivel a déli félteke óceánjainak adatszegény területeiről származtak.

A GHOST-program kísérleti periódusa alatt összesen 23 léggömböt bocsátottak fel, ebből 9 repült az 500 mb-os, 14 pedig a 200 mb-os izobárfelületen. Az 500 mb-os szinten úszó léggömbök átlagos repülési ideje 7–14 nap volt. A leghosszabb repülés ezen a szinten 21 napos volt. A 200 mb-os szint 14 léggömbje közül kettő eljegesedett a felszállás alatt és nem érte el a kívánt magasságot. Két másik léggömbnél az adóban zavar mutatkozott, így nem volt folyamatos az adás. Egy léggömb április 22-én eltűnt az antarktisi éjszakában és a kísérlet alatt nem tért vissza a napsütötte régiókba. A 9 megmaradt léggömb meghatározott magasságon repült és folyamatosan adta az adatokat. Ezek közül 6 legalább egyszer került meg a Földet, 3 léggömb két kört tett meg, 1 hármat és 1 befejezte a negyedik kört is. Ez az utóbbi léggömb 44 napig repült.

Ábránk az 1966. március 30-án Christchurch-ben felbocsátott ballon első 33 napon át megtett pályáját mutatja be. Ez idő alatt háromszor került meg a Földet, de meanderező útját tovább folytatva a későbbi híradások már ötször megtett Föld körüli útról számoltak be, sőt a várakozások szerint a felbocsátását követően még több hónapig marad a magasban, tehát a kísérletsorozat egyik legsikerültebb mozzanatát képviseli. Ennek az egyenesen izgalmasnak nevezhető kísérletnek a teljes eredményanyagát a meteorológusok a világ minden táján nagy érdeklődéssel várják, hiszen már az eddigi kísérleti mérések is számos új, értékes megállapításra adtak alkalmat.

A GHOST-mérésekből már most nyilvánlává vált, hogy a futóáramlás a déli féltekén sokkal folytonosabb jelenség, mint általában gondolták. Néhány léggömb kétségtelenül a futóáramlás rabjává vált és a Föld körüli teljes kört 10, vagy 12 nap alatt tette meg, sokkal gyorsabban, mint a többi léggömb.

A további tervek szerint a 200 és a 30 mb-os szintre szándékoznak még több léggömböt feljuttatni a következő hat hónap folyamán. A 30 mb-os szinten a déli félteke nyarán folynak majd a mérések, amelyek a sztratoszférabeli keleties áramlásra vonatkozóan adnak bizonyos értékes adatokat.

Hasonló kísérletre készülnek egyébként a franciák is, akik 20 felszállást terveznek Újkaledóniából, a 300 mb-os szinten. Ezeknél a felszállásoknál a GHOST-kísérletek keretében használt berendezéseket alkalmazzák s így a GHOST követőállomások ezeket az adásokat is vehetik.

(Borbély E.)

\*

## MŰSZAKI TANULMÁNYÚT BULGÁRIÁBAN

A Műszaki és Tudományos Együttműködés keretében Kozák Béla főosztályvezető-helyettes és Mezősi Miklós műszaki vezető 1966. július 18—31. között a Bolgár Népköztársaság Hidrometeorológiai Szolgálatát tanulmányozták.

A tanulmányút programja a *műszaki létesítmények* megtekintése volt, így elsősorban a köz-

ponti intézetben folyó műszerkonstrukciós munkával, a hálózati műszerek javításával és hitelesítésével és a rádiószondázás helyi problémáival ismerkedtek meg. Tanulmányozták azonban a hírközpont működését, a radioaktív méréseket és egyéb megfigyeléseket is. Meglátogatták a *Vilosa* hegységben 2280 m tengerszintfeletti magasságban telepített obszervatóriumot, valamint *Burgas*-ban a tengerészeti megfigyelő állomást.

A tanulmányút során lehetőség volt a bolgár szakemberekkel megvitatni a *rádiószondázás problémáit*. Ismeretes ui., hogy a magyar és bolgár szolgálatban egyaránt használt *A-22* típusú rádiószonda és a *Malachit* rádióteodolit a televízió részére fenntartott hullámhosszon, vagyis tiltott sávban dolgozik. A szófiai tv-adó pl. pontosan a *Malachit* frekvenciáján sugároz, ezzel a műsoridő alatt igen nehezíti, néha lehetetlenné teszi a szondázást. A bolgár szolgálat ezért még a f. évben egy *Meteor* típusú rádiólokációs állomást állít üzembe a szonda-követésre, amely rövidebb hullámhosszon — tehát pontosabban — és automatikus követéssel mér. Ez a probléma sajnos hamarosan nálunk is előkerül; mivel a *budapesti II. tv-adó* szintén a *Malachit* hullámhosszán sugározza majd műsorát.

A vendéglátó bolgár szolgálat és a tanulmányút résztvevői zárójelentésben rögzítették a további *együttműködés* tematikáját, amely a következőkre terjed ki:

1. A *Malachit* szöghibájának, ill. a szükséges korrekciónak pontosabb meghatározása a 15°-nál alacsonyabb magassági szögek esetében a Szófiában párhuzamosan üzemeltetett rádióteodolit és rádiólokációs állomás segítségével;

2. Az *A-22* rádiószonda hőmérsékleti tehetlenségének és sugárzási hibájának megállapítása a bolgár fél által javasolt és a magyar szolgálatban kivitelezésre kerülő hitelesítő rádiószonda segítségével.

3. Irodalmi előtanulmányok folytatása az elsősorban kutatási célokra szolgáló fejlettebb rádiószondázó rendszerek bevezetésére.

Az együttműködési terv megvalósítására a műszerekkel és mérési módszerekkel foglalkozó *9. témacsoport* keretében kerül majd sor.

(Mezősi M.)

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET HIVATALOS LAPJA

Megjelent 900 példányban

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

663161 Athenaeum Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Soproni Béla igazgató

**A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG  
VÁNDORGYŰLÉSEINEK ANYAGÁT**

tartalmazó kötetek korlátozott példányszámban még  
kaphatók:

	ÁRA	
Az Ipari meteorológia kérdése	<b>31</b>	Ft
Hévízfürdő természeti viszonyai és gyógyászatának néhány részlete	<b>18</b>	Ft
Alkalmazott éghajlattani kutatások Délkelet-Dunántúlon	<b>26</b>	Ft
A légszennyeződés a Veszprém megyei Iparvidéken	<b>26</b>	Ft
A Balaton meteorológiájának és hidrológiájának néhány kérdése	<b>26</b>	Ft
Az erdészeti meteorológia néhány kérdése	<b>26</b>	Ft

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

## CONTENTS—INHALT—SOMMAIRE—СОДЕРЖАНИЕ

<i>Mészáros, E.</i> : Some Data on the Chemical Composition of Atmospheric Particles in the Submicroscopic Range of Sizes (English text)....	257
<i>Simon, A.</i> : Artificial Radioactivity from Aerosols and Fall-Out During the Years 1961—1965 in Budapest.....	261
<i>Kondratyev, K. J. (Leningrad)</i> : Synoptic Analysis of Meteorological Satellite Cloud Pictures (II).....	266
<i>Adámy, L.</i> : Eine statistische Methode zur Vorhersage des Strahlungsnebels (Ungarischer und deutscher Text) .....	276
<i>Ventura, E.</i> : Zusammenhang der Inversionen mit der Luftverunreinigung (Ungarischer und deutscher Text).....	285
<i>Kapovits, A.</i> : Severe Bumping of Aircraft Caused by High-Altitude Turbulence .....	294
<i>Berkes, Z.</i> : Isallobaric Structure of the Development of a Cold Spell	299
<b>Literature</b>	
<i>Сулаквелидзе, Г. К.—Библашвили, Н. Ш.—Ланчева, В. Ф.</i> : Образование осадков и воздействие на градовые процессы ( <i>Mészáros, E.</i> ) .....	303
<i>Blüthgen, J.</i> : Allgemeine Klimageographie ( <i>Z. Ruthner, M.</i> ).....	304
<i>Dütsch, H. U. (Red.)</i> : Proceedings of the Ozone Symposium, Albuquerque 1964 ( <i>Borbély, E.</i> ) .....	304
<i>Eisenbud, J.</i> : Environmental Radioactivity ( <i>Simon, A.</i> ).....	306
<b>Chronicle</b> .....	307