

IDŐJÁRÁS

59. ÉVFOLYAM I. SZÁM. 1955. JANUÁR—FEBRUÁR

A. M. Obuhov

a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának levelező tagja (Moszkva):

A nagykiterjedésű légköri mozgások dinamikájának néhány kérdése

Összefoglalás: A szerző a kétdimenziós barotrop modell egyenletrendszerének analízise alapján kimutatja, hogy a légnyomási és szélmező anomáliája csak rövid ideig állhat fenn. A légköri folyamatok tanulmányozásánál alkalmazott kvázigeosztrofikus közelítés csak a gyors hullámfolyamatokat zárja ki a vizsgáladásból. A fenti eredményt a szerző példával is igazolja.

★

O некоторых вопросах динамики крупномасштабных движений в атмосфере. На основе анализа системы уравнений двухмерной баротропной модели автор доказывает, что аномалия полей давления и ветра может существовать только в короткое время. Квазигеострофическое приближение, примененное при изучении воздушных процессов, исключает из круга исследований только быстрые волновые процессы. Вышеуказанный результат подтверждается примером.

★

Quelques problèmes concernant les mouvements atmosphériques de grande étendue. On constate, par une analyse du système des équations du modèle barotropique de deux dimensions, que les anomalies des champs de pression et du vent ne sauraient être persistantes. Par l'application de l'approximation quasigéostrophique, on n'écarte que le cas des perturbations ondulatoires d'une grande vitesse de propagation. Les résultats sont illustrés par un exemple.

★

A meteorológia mai fejlődési szakaszát a dinamikus meteorológia módszereinek, az aerohidromechanika törvényszerűségeinek széleskörű alkalmazása jellemzi. A. A. Fridman és N. J. Kocsin [1] klasszikus művei vetették meg alapját annak, hogy a meteorológiában felhasználjuk az összenyomható folyadék hidromechanikai egyenleteit. E kutatások szolgáltak kiindulásul I. A. Kibelj [2] és J. N. Blinova [3] stb. mai munkáihoz is.

Az elméleti meteorológia jelenlegi sikerei nagyrészt a légköri folyamatok kutatásában alkalmazott általános hidrodinamikai egyenletrendszer észszerű egyszerűsítésének köszönhetőek. Köztudomású, hogy a mai kutatásokban nagy szerepet játszik az úgynevezett kvázigeosztrofikus közelítés, továbbá

számos más, a légköri feladatokra jellemző egyszerűsítés. Természetesen legvetődik fel a kérdés: 1. miért közelíti meg a szél reális feltételek között a geosztrofikus szelet? és 2. milyen folyamatokat zárunk ki vizsgálódásunkból, ha a kvázigeosztrofikus közelítés alapján nyert, egyszerűsített egyenletrendszert alkalmazzuk?

E kérdések megvilágításának elő kell segítenie azt, hogy a hidrodinamikai egyenleteket ésszerűen használjuk fel a meteorológiai feladatok megoldásában és a nyert eredmények helyes értékelésében.

A teoretikusok körében ma bizonyos szempont alakult ki a kvázigeosztrofikus közelítéssel kapcsolatban.

A szerző 1949-ben tette közzé egyik első kutatását [4], amely a bárikus mező és a szélmező kapcsolatának részletes analizisével foglalkozott. A munkában nyert eredményeket A. M. Jaglom [5] szovjet tudós általánosította a gömbön végbemenő mozgás esetére. Hasonló kérdésekkel foglalkozott, mint tudjuk, Charney Amerikában.

Beszámolómban szovjet munkákra támaszkodom.

Az egyszerűség kedvéért az összenyomható folyadék síkbeli barotrop mozgását vizsgáljuk a Coriolis-erőterében. Ha a mozgás egyenleteit a magasság szerint kiközepeljük, kikapcsolhatjuk a függőleges sebességet és megkapjuk a kétdimenziós barotrop modell bennünket érdeklő egyenletrendszerét. Ez az egyenletrendszer az alábbi:

$$\left. \begin{aligned} \frac{du}{dt} - lv &= -\frac{\partial \pi}{\partial x} \\ \frac{dv}{dt} + lu &= -\frac{\partial \pi}{\partial y} \\ \frac{1}{gH_1} \frac{\partial \pi}{\partial t} + \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\text{ahol} \quad u = \frac{g}{p_0} \int_0^{\infty} u dz = \frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} u(p) dp$$

$$v = \frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} v(p) dp \quad (2)$$

$$l = 2\omega z$$

$$\pi = \frac{g}{p_0} \int_0^{\infty} [p - \bar{p}(z)] dz$$

H_1 = a »dinamikus magasság«, amely megközelíti a homogén légkör magasságát.

A $C_0^2 = gH_1$ érték közel áll a hang izotermikus sebességének négyzetéhez. A π érték arányos valamely közepes szinten a légnyomás normálistól való eltéréssel.

Mint a megfigyelésekből tudjuk, a nagykiterjedésű légköri folyamatokban a szél megközelíti a geosztrofikus értéket. Elméletileg azonban olyan esetre gondolunk, amikor valamely légköri tartományban anomália fordul elő és a reális szél lényegesen eltér a geosztrofikus szélétől. Természetesen azt várhatnók, hogy ez az anomália intenzív átalakulást okoz a hidrodinamikus mezőben (a nyomásmezőben, a sebességi mezőben) és ez végső fokon új légköri állapotot idéz elő, amelyben a nyomás és a szél eloszlása már megfelel egymásnak. A hidrodinamikus mező átalakulásának ezt a feltételezett folyamatát a továbbiakban a »mező-adaptáció« folyamatának nevezzük. Az adaptációs folyamat kutatásához felhasználhatjuk az aerohidromechanika lineárisított egyenleteit, mégpedig úgy, hogy az (1) rendszerben elhagyjuk a sebességre vonatkozó másodfokú tagokat, vagyis d/dt -t megközelítőleg ∂/dt -vel cseréljük fel. Ilyen egyszerűsítés mellett lehetővé válik, hogy általánosan megoldjuk a kezdeti feltételekkel megadott feladatot, amely a Coriolis-erőtérben mozgó kétdimenziójú folyadék réteg dinamikai egyenleteire vonatkozik.

Vezessük be vizsgálódásunkba a W áramfüggvényt és a W potenciált s tegyük fel, hogy

$$\left. \begin{aligned} u &= -\frac{\partial\psi}{\partial y} + \frac{\partial\varphi}{\partial x} \\ v &= -\frac{\partial\psi}{\partial x} + \frac{\partial\varphi}{\partial y} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Ha felhasználjuk az (1) rendszer első két egyenletét, könnyen megkapjuk, hogy

$$\Delta \left(\frac{\partial\varphi}{\partial t} - l\psi + \pi \right) = 0 \quad (4)$$

$$\Delta \left(\frac{\partial\psi}{\partial t} - l\varphi \right) = 0 \quad (5)$$

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$$

Ezek az egyenletek fennállnak, ha

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t} - l\psi + \pi = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial\psi}{\partial t} + l\varphi = 0 \quad (7)$$

A (6) és (7) egyenletből álló rendszerhez vegyük hozzá a folytonossági egyenletet, amelyet a φ potenciál bevezetése után így írhatunk fel:

$$\frac{1}{C_0^2} \frac{\partial\pi}{\partial t} + \Delta\varphi = 0 \quad (8)$$

Ez az egyenlet megfelel az ismert tendencia-egyenletnek.

A (6), (7) és (8) egyenletből álló rendszer, amely a ψ , φ és π karakterisztikákra vonatkozik, stacionér megoldást tesz lehetővé, amelynél a sebességpotenciál zérussá válik, az áramfüggvény pedig a nyomás eltéréseivel arányos. Ez az állapot megfelel a geosztrofikus szélnek (a közelítés lineáris elméletében stacionérnak bizonyul)

$$\psi = \frac{1}{l} \pi; \quad \varphi = 0 \quad (9)$$

Alább bemutatjuk az $\tilde{\Omega}$ érték invariáns voltát (nem függ az időtől):

$$\left. \begin{aligned} \Omega &= \Delta \psi - \frac{l}{C_0^2} \pi \\ \frac{\partial \tilde{\Omega}}{\partial t} &= 0 \\ \tilde{\Omega} &= \tilde{\Omega}(x, y) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Az $\tilde{\Omega}$ »előállított örvénynek« ez a sajátossága elméletünkben kifejezi a potenciális örvény megmaradásának elvét.

Könnyen kimutathatjuk, hogy a φ potenciál kielégíti a hullámegyenletet és hullámfolyamatokat ír le:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = C_0^2 \Delta \varphi - l^2 \varphi \quad (11)$$

A ψ és π értékre vonatkozó megoldást általában az alábbi módon írhatjuk fel:

$$\psi = \bar{\psi} + \psi' \quad (12)$$

$$\pi = \bar{\pi} + \pi' \quad (13)$$

ahol $\bar{\psi}$ és $\bar{\pi}$ a geosztrofia feltételével $\bar{\psi} = l\bar{\pi}$ kapcsolódik, ψ' és π' pedig a hullámok előidézte zavar. ψ' -t és π' -t az alábbi egyenlet kapcsolja össze:

$$\Delta \psi' - \frac{l}{C_0^2} \pi' = 0 \quad (14)$$

és kielégíti a (11)-hez hasonló egyenletet. ψ' és π' kifejezhető a φ potenciállal is.

Keressük meg a kezdeti feltételekkel megadott feladat általános megoldását. Legyen ψ_0 , π_0 és φ_0 a $t = 0$ időpontnak megfelelő hidrodinamikus mező karakterisztikája.

Az $\tilde{\Omega} = \Delta \psi - \frac{l}{C_0^2} \pi$ érték, mint már mondtuk, invariáns (»poten-

ciális örvény«). Határozzuk meg a potenciális örvényt a kezdeti feltételek alapján és megkapjuk a potenciális örvény adott eloszlásának megfelelő stacionér megoldást.

$$\Delta \bar{\psi} - \frac{l}{C_0^2} \bar{\pi} = \tilde{\Omega}(x, y)$$

Ha behelyettesítjük a $\bar{\pi} = l\bar{\psi}-t$, kapjuk, hogy

$$\Delta \bar{\psi} - \frac{1}{L^2} \bar{\psi} = \tilde{\Omega}(x, y) \quad (15)$$

ahol $L = \frac{C}{l} \approx 2200$ km, »az örvény hatósugara« (vízszintes méret).

A (15) egyenlet megoldását világos formában így írhatjuk:

$$\bar{\psi}(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \iint \tilde{\Omega}(\xi, \eta) K_0 \left[\frac{\sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}}{L} \right] d\xi d\eta \quad (16)$$

Azon nem stacionér összetevők felírásához, amelyek a hangsebességet megközelítő sebességű hullámeloszlás gyors folyamatainak felelnek meg, oldjuk meg a kezdeti feltételekkel a (11) egyenletet

$$\left. \begin{aligned} \varphi(x, y, 0) &= \varphi f(x, y) \\ \frac{\partial \varphi}{\partial t}(x, y, 0) &= l\psi_0 - \pi_0 = g(x, y) \end{aligned} \right\}$$

E feladat megoldását integrál alakban így írhatjuk fel:

$$\begin{aligned} \varphi(x, y, t) &= \\ &= \frac{1}{2\pi C} \frac{\partial}{\partial t} \iint_{\varrho \leq ct} \frac{f(x + \varrho \cos \Theta, y + \varrho \sin \Theta)}{\sqrt{(ct)^2 - \varrho^2}} \cos \left(\frac{2\omega}{c} \sqrt{(ct)^2 - \varrho^2} \right) \varrho d\varrho d\Theta + \\ &\frac{1}{2\pi C} \iint_{\varrho \leq ct} \frac{g(x + \varrho \cos \Theta, y + \varrho \sin \Theta)}{\sqrt{(ct)^2 - \varrho^2}} \cos \left(\frac{2\omega}{c} \sqrt{(ct)^2 - \varrho^2} \right) \varrho d\varrho d\Theta \quad (17) \end{aligned}$$

A hullám megoldás (17) vizsgálatából és a (17) formula közvetlen analizéséből következik, hogy elég nagy időértékek mellett a hullámenergia nagy területen szóródik széjjel. A φ , ψ' és π' függvény értéke, amely a D diaméter tartományában lokalizálódó, $t = \frac{D}{c}$ -t jelentősen meghaladó időtartamú kezdeti zavarokkal határozható meg, közel van zérushoz (»a hullám kiszalad a vizsgált tartományból«).

Most tehát már bizonyos választ adhatunk a légköri hidrodinamikus mező adaptációjának mechanizmusára vonatkozólag. Tegyük fel, hogy a szél bizonyos időpontban mindenütt egybeesik a geosztrófikus széllel, kivéve bizonyos D átmérőjű területet. A nyomás és a szél anomális értéke hullámot kelt, amely t idő után a vizsgált tartományt elhagyja és a szél eltérése a geosztrófikus széltől zérushoz tart. Kiszámítottunk egy példát

$$\psi_0(x, y) = A \left[2 + \left(\frac{R}{L} \right)^2 - \left(\frac{z}{R} \right)^2 \right] e^{-\frac{z^2}{2R^2}}$$

$$z^2 = x^2 + y^2; \quad \varphi_0 = 0; \quad \pi_0 = 0$$

— »Depressziómentes örvény«.

Ebben az esetben kiderül, hogy az »adaptáció« után

$$\bar{\psi} = A \left[2 - \left(\frac{z}{R} \right)^2 \right] e^{-\frac{z^2}{2R^2}}; \quad \pi = l\bar{\psi} = B \left[2 - \left(\frac{z}{R} \right)^2 \right] e^{-\frac{z^2}{2R^2}}$$

A következő értékeket kaptuk: $\frac{2A}{R} = 10$ m/sec, $R = 500$ km, $L = 2200$

km. $B = 23$ mb.

A középpontban a nyomás stacionér (»geosztrofikus«) értéke gyakorlatilag 3—4 óra múltán állandósul. A sebesség mező viszonylagos változása kicsi, 5%-nál nem több, míg a nyomás radikálisan változik, zérustól 23 mb-ig. Így a vizsgált anomália csak rövid ideig állhat fenn. Az említett példa elméleti jellegű. Az ismertetett számítások azonban módszertani szempontból érdekesek, mert megmutatják a kvázigeosztrofikus közelítés szerepét. A reális meteorológiai folyamatok olyan lassan mennek végbe, hogy a bárikus mezőnek ideje van »menetközben« alkalmazkodni a sebességi mezőhöz, amely az időben lassan változik. Az »adaptációs« mezőnek megfelelő lassú változások számítását nem végezhetjük a lineáris elmélet kereteiben, csak nem lineáris egyenlet — az örvény-átvitel egyenlete — alapján végezhető úgy, hogy emellett pótlólag kvázigeosztrofíát tételezünk fel (lásd például a (6) egyenletet). A lineáris egyenletek általunk ismertetett részletes analízise érvként támasztja alá a kvázigeosztrofia hipotézisét, amelyet ma széles körben alkalmazunk. Az egyszerűsített egyenletrendszer használata lényegében megfelel annak, hogy a vizsgálódásból kizárjuk a gyors hullámfolyamatokat. A hidromechanikai egyenleteket hasonlóan analizálta a gömbre vonatkozó feladatok megoldásában (az egész földgömbön végbemenő folyamatok vizsgálata) *A. M. Jaglom* 1952-ben [5]. Ez az analízis azt mutatja, hogy a forgó gömbön végbemenő kvázigeosztrofikus mozgásokhoz hasonlóak a lassú tehetetlenségi hullámok, amelyeket számos meteorológus (*Blinnova* [3], *Rossby* stb.) tanulmányozott.

Egyik vagy másik egyszerűsítés bevezetésével kapcsolatos számos elvi kérdést egyszerűbb példákon kell megvizsgálnunk. Csak ilyen analízis mellett vélhetjük jogosan, hogy az elmélet helyes irányban vezet bennünket.

(Ford.: *Faragó Lászlóné*)

IRODALOM.

- [1] *Kocsin N. E.*: Összegyűjtött művek, I. kötet, Moszkva+Leningrád 1949.
 [2] *Kibelj I. A.*: A baroklin folyadék mechanikai egyenleteinek alkalmazása a meteorológiában. — A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának közlönye, földrajzi és geofizikai sorozat, 1940. 5. sz.
 [3] *Blinnova E. N.*: A nyomáshullámok, hőmérsékleti hullámok és légköri hatásközpontok hidrodinamikai elmélete. — A SzTA referátumai, 1943. 7. sz. 39. kiadv.
 [4] *Obuhov A. M.*: A geosztrofikus szél kérdéséhez. SzTA közlönye, földrajzi és geofizikai sorozat, 1949. 4. sz.
 [5] *Jaglom A. M.*: A nagykiterjedésű folyamatok dinamikája a barotrop légkörben. SzTA közlönye, geofizikai sorozat, 1953. 4. sz.
 [6] *Monyin A. Sz.*: Nyomásváltozások a barotrop légkörben. — SzTA közlönye, geofizikai sorozat, 1952. 4. sz.

L. Krasztanov

a Bolgár Tudományos Akadémia levelező tagja (Szófia):

A légköri turbulencia-kritérium új értelmezése

Összefoglalás : Bizonyos feltevések segítségével a szerző új alakba önti a légkör turbulens mozgás Richardson-féle kritériumát; ebben fellép az entalpia lokális függőleges gradiense és egy potenciális entalpiának nevezett, analóg mennyiségnek a függőleges gradiense. Kiténik, hogy a talajmenti légrétegben a turbulens mozgás feltétele még akkor is teljesül, ha a disszipáció értéke nagyon csekély; következésképpen a turbulens mozgások a talajmenti légrétegben könnyen alakulnak ki.

★

Новое толкование критерии атмосферной турбулентности. Помощью известных предположений автор переведет критерию (по Ричардзону) турбулентного атмосферного движения в новую форму. В этой форме возникает локальный вертикальный градиент энтальпии, кроме этого вертикальный градиент аналогичной величины, названной автором потенциальной энтальпией. Оказывается, что в приземном воздушном слое условие турбулентного движения исполняется и в том случае, если диссипация очень мала; следовательно турбулентные движения в этом приземном слое легко развиваются.

★

A new interpretation of the criterion for atmospheric eddy motion. Based on certain assumptions the author develops a new kind of expression for Richardson's criterion of atmospheric turbulent motion, containing the local vertical gradients of enthalpy and of an analogous quantity called potential enthalpy. It is shown, that the criterion is fulfilled, in the layers immediately above the ground surface, even for very low values of the dissipation coefficient, and, consequently, the conditions for development of eddy motion are, near the ground, easely, secured

★

Ismeretes, hogy minden olyan fizikai mennyiség, amely egy folyadék turbulens áramlásának jellemzésére használható, az idő folyamán bizonyos »pulzációknak« van alávetve. Ennek folytán »pulzációkat« szenvednek az idő folyamán azok a »szubsztanciák« is [1], amelyeket a turbulens áramlás örvényei tovább szállítanak.

Jelöljük a szokásos módon [1] s -sel egy ilyen »szubsztanciának« a fajlagos mennyiségét (koncentrációját), σ -val pedig a sűrűségét. A σ és s mennyiségek közt tudvalevően ez a kapcsolat áll fenn: $\sigma = \rho s$, ahol ρ a folyadék sűrűségét (a mi esetünkben a légsűrűséget) jelenti. Tegyük fel, hogy a folyadék összenyomhatatlan, vagyis első közelítésként tekintsünk olyan turbulens áramlásokat, amelyekben viszonylag kicsinyek a sebességek; akkor $\rho = \text{konst.}$, és a folyadék sűrűségének pulzációja, ρ' , a pontosság sérelme nélkül elhanyagolható a turbulens áramlást jellemző intenzív mennyiségeknek, pl. a hőmérsékletnek, a T' -nek pulzációjához képest. Ebben az esetben fennállanak a következő feltételi egyenletek

$$\rho' = 0 \text{ és } \bar{\rho}' = 0 \quad (1)$$

továbbá

$$\sigma' = \rho s' \text{ és } \bar{\sigma}' = \rho \bar{s}' = 0 \quad (2)$$

Azt várhatjuk, hogy amikor a turbulens mozgás egy szubsztanciát tovább szállít, akkor ennek a szubsztanciának a folyadékban való megoszlása kapcsolatban lesz a turbulens áramlás sebességi összetevőinek pulzációjával. Ez a kapcsolat egyúttal meg fogja szabni a vizsgált folyadéktér fogatba történő anyagbeszállítást is, vagyis egy olyan anyagbeszállítási egyenletet határoz meg, amely csakis a turbulens keveredéstől függ. Azt várhatjuk, hogy ennek az egyenletnek ugyanolyan jellege lesz, mint a folytonossági egyenletnek

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial v} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

amely összekapcsolja a sebességeloszlást a sűrűségeloszlással.

Ugyanis az anyagbeszállítás egyenletének a levezetéséhez a (3) egyenletet fogjuk felhasználni, és pedig oly módon, hogy az egyenletet megszorozzuk az s koncentrációval. Mint ismeretes, az összenyomhatatlan folyadékok esetében

$$\operatorname{div} \bar{v} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

és ebből kapjuk

$$\frac{\partial(\rho s)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho s u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho s v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho s w)}{\partial z} = \rho \left(\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z} \right) \quad (4)$$

Ha a (4) egyenlet baloldalában $\sigma = \rho s$ behelyettesítést végzünk, kapjuk :

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} + \frac{\partial(\sigma u)}{\partial x} + \frac{\partial(\sigma v)}{\partial y} + \frac{\partial(\sigma w)}{\partial z} = \rho \left(\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z} \right) \quad (5)$$

Mint hogy $\frac{ds}{dt} = \frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z}$, ezért (5) helyett ezt írhatjuk :

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} + \frac{\partial(\sigma u)}{\partial x} + \frac{\partial(\sigma v)}{\partial y} + \frac{\partial(\sigma w)}{\partial z} = \rho \frac{ds}{dt} \quad (6)$$

A (6) egyenlet annyiban analogonja a (3) egyenletnek, hogy ez is összefüggést állapít meg a »szubsztancia« megoszlása és a folyadékbeli sebességmegoszlás között. Fejezzük ki a (6) egyenletben előforduló mennyiségek pillanatnyi értékeit a középértékükkel és pulzációjukkal. Akkor kapjuk a következő egyenletet :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{\sigma} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{\sigma} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial(\bar{\sigma} \bar{w})}{\partial z} + \frac{\partial \sigma'}{\partial t} + \frac{\partial(\sigma' \bar{u}')}{\partial x} + \frac{\partial(\sigma' \bar{v}')}{\partial y} + \frac{\partial(\sigma' \bar{w}')}{\partial z} = \\ = \bar{\rho} \frac{d\bar{s}}{dt} + \rho' \frac{ds'}{dt} \end{aligned} \quad (7)$$

Figyelembe véve, hogy az (1) feltételek értelmében a mi esetünkben $\rho' = 0$, a (7) egyenlet jobboldalának második tagja eltűnik. Ha most másodszor is közepeljük a (7) egyenletet, nyerjük :

$$\frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{\sigma} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{\sigma} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial(\bar{\sigma} \bar{w})}{\partial z} + \frac{\partial \bar{\sigma}'}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{\sigma}' \bar{u}')}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{\sigma}' \bar{v}')}{\partial y} + \frac{\partial(\bar{\sigma}' \bar{w}')}{\partial z} = \bar{\rho} \frac{d\bar{s}}{dt} \quad (8)$$

A (2) feltételek szerint $\frac{\partial \bar{\sigma}'}{\partial t} = 0$, következésképpen:

$$\frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{\sigma}\bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{\sigma}\bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial(\bar{\sigma}\bar{w})}{\partial z} + \frac{\partial(\bar{\sigma}'u')}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{\sigma}'v')}{\partial y} + \frac{\partial(\bar{\sigma}'w')}{\partial z} = \bar{\rho} \frac{d\bar{s}}{dt} \quad (9)$$

A most kapott (9) egyenlet egy egészen általános összefüggést képvisel a turbulens légkörbe való szubsztancia-átvitelre, amely csakis a turbulens keveredéstől függ. Itt feltesszük, hogy a légkör összenyomhatatlan, és hogy a turbulens áramlás középsebessége viszonylag csekély.

Most tegyük fel, hogy a turbulencia vízszintes irányban homogén, valamint hogy a sűrűség vízszintes pulzációi csekélyek a függőleges sűrűségi pulzációkhoz képest. Ebben az esetben a (9) egyenletben a

$$\frac{\partial(\bar{\sigma}'u')}{\partial x} \text{ és } \frac{\partial(\bar{\sigma}'v')}{\partial y} \text{ tagok elhanyagolhatók } \frac{\partial(\bar{\sigma}'w')}{\partial z} \text{-hoz képest,}$$

$$\text{miáltal ezt kapjuk: } \frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{\sigma}\bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{\sigma}\bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial(\bar{\sigma}\bar{w})}{\partial z} + = \bar{\rho} \frac{d\bar{s}}{dt} - \frac{\partial(\bar{\sigma}'w')}{\partial z} \quad (10)$$

Most vonjuk le a (10) egyenlet baloldalából a kiközepelt kontinuitási

$$\text{egyenletnek } \bar{s}\text{-sal való szorzatát, } \bar{s} \left(\frac{\partial \bar{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{\rho}\bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{\rho}\bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial(\bar{\rho}\bar{w})}{\partial z} \right) = 0\text{-t,}$$

$$\text{és vegyük itt is figyelembe a } \frac{d\bar{s}}{dt} = \frac{\partial \bar{s}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{s}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{s}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{s}}{\partial z} \text{ összefüggést.}$$

Ez a művelet egy összenyomhatatlan folyadéknál minden további nélkül megengedhető. Ezáltal a (10) egyenlet helyett néhány átalakítás után ez írható:

$$\bar{\rho} \left(\frac{\partial \bar{s}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{s}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{s}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{s}}{\partial z} \right) = \bar{\rho} \frac{d\bar{s}}{dt} - \frac{\partial(\bar{\sigma}'w')}{\partial z} \quad (11)$$

A (11) alatti kifejezés a turbulens légkör függélyes szubsztancia-szállításának legáltalánosabb alakja. Mint alább meg fogjuk mutatni, a $\frac{\partial(\bar{\sigma}'w')}{\partial z}$

tag itt a térfogategységbe turbulens keveredés útján bejutó szubsztancia-mennyiségnek a magassággal való lokális változását jelenti. Ez a tag tartalmazza a szubsztancia sűrűségpulzációinak és a függőleges sebességösszetevő pulzációjának szorzataiból alkotott középértéket.

Most ezzel a taggal kívánunk foglalkozni, és értékeit óhajtjuk kiszámítani, arra az esetre, hogy a továbbszállítandó szubsztanciának egy konkrét esetét választjuk meg. Legyen ugyanis a közlendő szubsztancia hőenergia. Ebben az esetben a (11) egyenlet a turbulens légkör hőközlésének egyenlete lesz. Itt a hőmennyiséget és a hőenergia sűrűségét kétféle módon fejezhetjük ki. Először is

$$s_T = c_p T \text{ és } \sigma_T = \rho c_p T \quad (12)$$

alakban, vagyis a $c_p T$ entalpia segítségével. Másodszor pedig

$$s_\Theta = c_p \Theta \text{ és } \sigma_\Theta = \rho c_p \Theta \quad (13)$$

ahol Θ a potenciális hőmérséklet. Analóg elnevezéssel $c_p \Theta$ -t »potenciális entalpiának« óhajtjuk nevezni [2].

A szubsztancia-sűrűség pulzációit most a megfelelő (abszolút, illetve potenciális) hőmérséklet pulzációi fejezik ki, és pedig ha a σ' sűrűségi pulzációit elhanyagoljuk, akkor következőképpen:

$$\begin{aligned} \sigma'_T &= \varrho c_p T' \\ \sigma'_\Theta &= \varrho c_p \Theta' \end{aligned} \quad (14)$$

A T' és Θ' pulzációk meghatározása végett a következő szempontokból indulunk ki. Arra az álláspontra helyezkedünk, hogy az »individuális örvény« a »keveredési útvonal« mentén teljes individualitással halad, vagyis anélkül, hogy anyagkicserélődést szenvedne a környezetével; azonban bizonyos mennyiségek, amelyek az örvény által tovább szállított »szubsztanciát« jellemzik, adiabatikus folyamat által megváltozhatnak. Ennek alapján az ilyen mennyiségek pulzációja, egy bizonyos szintben, egy különbségként állítható elő, és pedig az örvényben odaszállított szubsztanciában fennálló értéknek és az illető szintre vonatkozó középértéknek a különbségeként. Ily módon az abszolút hőmérsékletnek és a potenciális hőmérsékletnek egy bizonyos szintben való pulzációira a következő értékeket kapjuk [3]:

$$\begin{aligned} T' &= -l \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) \\ \Theta' &= -l \frac{\partial \bar{\Theta}}{\partial z} \end{aligned} \quad (15)$$

Meg kell jegyeznünk, hogy a fenti kifejezések csak az esetben érvényesek, ha mindenkor nyomáskiegyenlítődés történik az örvény és környezete között, vagyis ha a folyamat kvázi-statikus. A (15) egyenletben l a keveredési utat, $\frac{\partial \bar{T}}{\partial z}$ és $\frac{\partial \bar{\Theta}}{\partial z}$ az abszolút és a potenciális hőmérséklet közepes függőleges gradiensét és γ_a az adiabatikus hőmérsékleti gradienst jelenti.

Behelyettesítve (14)-be T' és Θ' fenti értékeit, megkapjuk a szubsztancia-sűrűségek pulzációinak megfelelő értékeit:

$$\begin{aligned} \sigma'_T &= -\varrho c_p l \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) \\ \sigma'_\Theta &= -\varrho c_p l \frac{\partial \bar{\Theta}}{\partial z} \end{aligned} \quad (16)$$

Szorozzuk meg a (16) alatti két képletet a függőleges sebességi összetevő pulzációjával, w' -vel, és a kapott két szorzatot közepeljük. Ezáltal kapjuk

$$\begin{aligned} \overline{\sigma'_T w'} &= -c_p \overline{\varrho l w'} \left(\frac{d\bar{T}}{dz} + \gamma_a \right) \\ \overline{\sigma'_\Theta w'} &= -c_p \overline{\varrho l w'} \frac{\partial \bar{\Theta}}{\partial z} \end{aligned} \quad (17)$$

Az $A = \rho l w'$ szorzat tudvalevően a turbulens keveredési együttható. Ha felteesszük, hogy ez állandó, ami a talajközeli légrétegben elég pontosan teljesül, akkor írhatjuk

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\overline{\sigma'_T w'})}{\partial z} &= -c_p A \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) \\ \frac{\partial(\overline{\sigma'_\Theta w'})}{\partial z} &= -c_p A \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \Theta}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

Mint ismeretes, a $Q_T = -c_p A \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$ és $Q_\Theta = +c_p A \frac{\partial \Theta}{\partial z}$ kifejezések

az illető szubsztancia turbulens áramlását írják le, a mi esetünkben az entalpia és a potenciális entalpia által kifejezett hőmennyiségekkel. Következésképpen a

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\overline{\sigma'_T w'})}{\partial z} &= \frac{\partial Q_T}{\partial z} \\ \frac{\partial(\overline{\sigma'_\Theta w'})}{\partial z} &= \frac{\partial Q_\Theta}{\partial z} \end{aligned} \quad (19)$$

kifejezések ezeknek a turbulens áramlásoknak a magassággal való lokális változásait szolgáltatják.

Végezzük el a $\frac{\partial Q_\Theta}{\partial z}$ differenciálást annak figyelembe vételével, hogy $\frac{\partial \bar{\Theta}}{\partial z} = \frac{\bar{\Theta}}{\bar{T}} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$ Ezáltal kapjuk, hogy

$$\frac{\partial Q_\Theta}{\partial z} = -c_p A \frac{\bar{\Theta}}{\bar{T}} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) - \frac{\bar{\Theta}}{\bar{T}} \frac{Ag}{\bar{T}} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$$

Ha ebbe behelyettesítjük $\frac{\partial Q_T}{\partial z}$ értékét (18) alapján, akkor nyerjük

$$\frac{\partial Q_T}{\partial z} - \frac{T}{\bar{\Theta}} \frac{\partial Q_\Theta}{\partial z} = \frac{Ag}{\bar{T}} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) \quad (20)$$

ahol g nehézségi gyorsulást jelenti.

Mint ismeretes, a Richardson-féle kritériumot [4], amely annak feltételét tartalmazza, hogy a légkörben turbulens mozgás keletkezzék vagy a meglévő turbulens mozgás továbbfejlődjék, a következő alakba lehet írni [5]:

$$\mu \left[\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right)^2 \right] > \frac{Ag}{\bar{T}} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$$

ahol μ jelenti a turbulens súrlódás együtthatóját, továbbá \bar{u} és \bar{v} a sebesség vízszintes összetevőinek középértékeit. A

$$D = \mu \left[\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right)^2 \right]$$

disszipációs függvény [5] tudvalevően azzal az energiamennyiséggel egyenlő, amely a térfogategységben az időegység alatt a turbulens áramlási térben felhasználható turbulens kinetikai energia létesítésére. Ha a (20) egyenletet figyelembe vesszük, akkor a Richardson-féle kritériumnak következő alakjához jutunk:

$$\mu \left[\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right)^2 \right] > \frac{\partial Q_T}{\partial z} - \frac{T}{\Theta} \frac{\partial Q_\Theta}{\partial z} \quad (21)$$

ami azt jelenti, hogy a disszipációra nézve

$$D > \frac{\partial Q_T}{\partial z} - \frac{\bar{T}}{\Theta} \frac{\partial Q_\Theta}{\partial z} \quad (22)$$

fog fennállani.

Ez azt mutatja, hogy a Richardson-féle kritérium akkor teljesül, ha a disszipáció nagyobb, mint az a különbség, amelyet az entalpia turbulens fluxusának lokális függőleges változásából és a potenciális entalpia lokális

függőleges változásának $\left(\frac{\bar{T}}{\Theta} \right)$ -szorosából alkotunk. Látható, hogy a Richardson-féle kritériumban szereplő karakterisztikus mennyiség úgy értelmezendő, mint két turbulens hőfluxus értékének a különbsége.

Mint hogy a talajközeli légrétegre jó közelítéssel $\bar{T} \approx \bar{\Theta}$ és így $Q_T = Q_\Theta$ továbbá $\frac{\partial Q_T}{\partial z} = \frac{\partial Q_\Theta}{\partial z}$, azért $D > 0$ elegendő feltétel ahhoz, hogy turbulencia keletkezzék és tovább fejlődjék, vagyis a talajközeli légrétegben igen csekély disszipációs értékek mellett is keletkezhet turbulens mozgás.

(A Bolgár Tudományos Akadémia Fizikai Intézete, Szófia.)

(Fordította: Aujeszky László)

IRODALOM.

- [1] V. A. Belinszkij: Dinamikus meteorológia, 446—447. lap. 1948 (oroszul).
 [2] L. D. Lajchtman és F. D. Csudnovszkij: A talajközeli légréteg fizikája, 49. lap. 1949 (oroszul).
 [3] L. Krasztanov: Mitteilungen des physikal. Inst. der Bulg. Akad. d. Wiss. 1955. (nyomás alatt).
 [4] L. F. Richardson: Proc. Roy. Soc. A 97, p. 354, 1920.
 [5] H. Ertel: Met. Zeitschr. 1939., 109. lap. V. ö.: D. Brunt, Physical and dynamical Meteorology, 246. lap. 1938 (oroszul).

Bacsó Nándor :

Az egyórás csapadékok gyakorisága és hozama

Összefoglalás: A tanulmány részletesen tárgyalja a csapadékos órák gyakoriságát és az óracsapadékos értékeit Budapest, Szombathely és Nyíregyháza ombrográf-adatai alapján. A gyakoriság és a mennyiség átlagos menetét, bizonyos mennyiségi kategóriák szerint összefoglalva is, 15 táblázat és 3 ábra szemlélteti abszolút értékekben és százalékos adatokban. Gyakoriságban az apró csapadékok (0,1—0,9 mm) járnak elöl, téli maximummal, nyári minimummal, majd a közepesek (1,0—4,9 mm), változékonnyal, végül a nagyok (5,0 mm) következnek nyári maximummal és téli minimummal. A hozamban a közepes kategória vezet, azután jönnek, egymásközt kis különbséggel, az apró és a nagy óraértékek csoportjai. Mindennek oka a betörési és felsiklási esők különböző évi menetében rejlik. Az óracsapadékok maximumai valószínűségének ismertetése, az elméleti számítások és az észlelési eredmények összehasonlítása mellett az eredmények népgazdasági értékesítésére is kitér a dolgozat.

*

Повторяемость и количество осадков по часам. Статья подробно разбирает эти величины на основе данных омбрографов г. Будапешт, Ниредьхаза, Сегед. 15 таблиц и 3 рисунка представляют средний ход повторяемости и количества (составленного по известным количественным категориям) абсолютными числами и процентными данными. Насчет повторяемости мелкие осадки (0,1—0,9 мм) впереди, зимним максимумом и летним минимумом, дальше средние (1,0—4,9 мм) меняющимся годовым ходом, наконец следуют большие (>5,0 мм) летним максимумом и зимним минимумом. Насчет количества средняя категория ведет, потом идут — малыми между собою разницами — группы мелких и больших часовых величин. Причиной такого распределения является разный годовой ход дождей вторжений и вскользяний воздуха. Автор излагает вероятность максимумов часовых величин осадков, сравнивает теоретические вычисления с результатами наблюдений, занимается и с народнохозяйственным применением результатов.

*

Häufigkeitswerte und Erträge von Niederschlagsstunden. In der Arbeit werden die Häufigkeit von Niederschlagsstunden und die Stundenwerte des Niederschlages an den Beobachtungsstellen Budapest, Nyíregyháza und Szombathely auf Grund von Ombrographen-Streifen ausführlich untersucht. Den durchschnittlichen Gang, auch nach gewissen Höhenstufen gruppiert, findet man, in absoluten und Prozentwerten, in 15 Tabellen und 3 Diagrammen. Die grösste Häufigkeit ergibt sich für geringe Niederschläge (0,1—0,9 mm), mit einem Maximum im Winter und Minimum im Sommer, dann folgen die mittleren Werte (1,0—4,9 mm), mit veränderlichem Jahresgange; endlich besitzen die hohen Werte des Niederschlages (5,0 mm und darüber) ein Sommermaximum und Winterminimum. In Bezug auf Ertrag besitzen die mittleren Stundenwerte das Maximum, dann folgen die Gruppen von niedrigen und hohen Stundenwerten. Eine Begründung dieser Tatsachen muss in den verschiedenen Jahresgängen von schauerartigen und Aufgleitniederschlägen gesucht werden. Neben der Untersuchung der Häufigkeiten von maximalen Stundenwerten sowie dem Vergleich zwischen theoretisch errechneten und beobachteten Zahlenwerten, erstreckt sich die Arbeit auch auf die Verwendung der Resultate in der Volkswirtschaft.

*

Az Országos Meteorológiai Intézet csapadékmérő hálózatának sokévtizedes adatai már rég lehetőséget adtak arra, hogy a csapadék napi, havi, évszakos és évi mennyiségének sokévi átlagait a kutatók meghatározzák és azoknak évi menetéről és földrajzi eloszlásáról megbízható képet rajzoljanak [1—5]. Legutóbb már a csapadékos napok számát is alaposan tárgyalta Hajósy Ferenc munkája, mígpedig a csapadékhozamuk nagyságrendje szerinti részletezésével [6]. A különböző nagyságú napi csapadékok valószínű-

ségéről is jelent meg tanulmány [7] és ugyanúgy a havi, évszakos és évi mennyiségek előfordulásának valószínűségét, ezeknek nagyságrendi eloszlását is feltárta *Kulin* és *Kéri* értekezése [8].

Mindezekben a feldolgozásokban a legkisebb időegység a 24 óra volt, az ennél rövidebb időszakok csapadékeloszlásáról, mégpedig az egy- és többórás csapadékok gyakoriságáról, ezzel szemben ezideig kevés feldolgozás és értekezés jelent meg. Ezeknek tanulmányozására ugyanis nem voltak elegendők a csapadékmérők napi adatai, hanem a csapadékiró műszerek óraértékei voltak szükségesek.

Mint hogy immár az ombrográf adatokból is többévtizedes sorozatokkal rendelkezünk [9], elérkezett az ideje ezek kiértékelésének is. Annál is inkább időszerű lett ez a vizsgálat, mert a modern városépítés a városi esatornázás méretezéséhez sürgősen igényelte a 24 óránál rövidebb időszakok csapadékmennyiségének és csapadékgyakoriságának minél részletesebb adatait, minél tüzetesebb feldolgozását. Az 5—180 perc tartamú nagy csapadékok maximális hozamainak és intenzitásainak feltárása a közelmúltban ezért szintén megtörtént, különös tekintettel azoknak $\frac{1}{2}$, 1, 2 . . . 20 évi valószínű értékeire [10]. Jelenleg pedig folyamatban van az 1, 2, 3 . . . 23, 24 órás időtartamok hasonló adatainak tanulmányozása. Az óraértékek sokévi átlagaiból adódó napi menet feltárása is megtörtént [11]. De mivel ez a napi menet, a nagyobb záporok hatalmas csapadékmennyiségeinek még a sokévtizedes átlagokban is meglehetősen nagy súllyal jelentkező zavaró hatása következtében, meglehetősen ingadozóan bizonyult és az óraértékek sokévi átlagai elsősorban csak klimatológiai elméleti, de aránylag kis gyakorlati értékűek, részletesebb önálló tanulmány ebből a tárgykörből sem készült.

Különleges célból, valamely meghatározott részletkérdés eldöntésére történtek már más ilyen feldolgozások is. Így a csapadék elleni rendezvénybiztosítás rég igényelte az 1—2—3—4 órás időtartamok adott (pl. 1, 2 mm-t elérő) csapadékmennyiségének előfordulási százalékszámait [12], mint az ilyen biztosítási ág kalkulációs alapját.

Jelen tanulmány az ombrográf-adatok alapján a csapadékos órák számának, különböző nagyságú csapadékhozamok szerint is részletezett évi menetével foglalkozik és ezzel annak vizsgálatát is egyesíti, hogy a csapadék évi, évszakos és havi összege milyen nagyságú és milyen gyakoriságú óracsapadékokból tevődik össze, végül, hogy ezek a csoportok egyenként mekkora csapadékhozamot jelentenek. A kérdés vizsgálatára a budapesti meteorológiai intézeti csapadékiró műszer 1921 és 1952 között, tehát 32 éven át feljegyzett és feldolgozott óránkénti adatait használtuk fel. A vizsgálat kezdetén az 1953. év még nem telt le, ezért álltunk meg 1952-nél, az 1921 előtti anyagból pedig az elmúlt első világháború zavaró hatása nem volt teljesen kiküszöbölhető. Emiatt megelégedtünk 32 év adatával. A későbbiekben kitűnik, hogy ez a három évtizedet meghaladó időszak mennyiben elegendő a jelenség feltárására és nem mutat-e olyan jellegzetességeket, amelyek hosszabb, 4—5 évtizedes anyagban már eltűnének vagy lényeges módosulást szenvednének.

I. Az óracsapadékok gyakorisága. Elsősorban a csapadékos órák abszolút számával és azok évi menetével foglalkozunk, a különböző nagyságú óracsapadékok *gyakoriságának* részletes feltüntetésével. Ezeket az adatokat I. táblázatunk tartalmazza. Csak a mérhető (legalább 0,1 mm-t kiadó) óraértékek kerültek összeszámolásra, a csapadéknymokat figyelmen kívül hagytuk. A különböző nagyságú óraértékeket olyan csoportosításban tűn-

tettük fel, hogy kimutatásunk minél többféle elméleti és gyakorlati célra (csatornázás, mezőgazdaság, eróziós hatás vizsgálata, munkaerőgazdálkodás, víztárolás, öntözés) felhasználható legyen. Ezért a részletezés megfélehetősen aprólékos és a 0,1—0,4, 0,5—0,9, 1,0—1,9, 2,0—2,9, 3,0—3,9, 4,0—4,9, 5,0—6,9, 7,0—9,9, 10,0—14,9, 15,0—19,9 mm-es, végül a 20,0 mm-t elérő vagy meghaladó óraértékek csoportjait állítottuk fel. Eleinte tehát $\frac{1}{2}$, majd az 5 mm-ig 1 mm-es, ezután 2, 3, végül 5 mm-es közöket vettünk fel.

I. táblázat: Csapadékos órák számának évi menete és hozamuk szerinti megoszlása. Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0.1—0.4	50	41	37	30	27	19	15	16	19	31	46	50	381
0.5—0.9	17	14	14	12	11	8	5	7	8	13	18	16	143
1.0—1.9	8	12	10	10	9	8	5	6	6	12	15	10	111
2.0—2.9	2	3	3	3	4	3	3	3	2	4	6	3	39
3.0—3.9	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	17
4.0—4.9	0.3	0.3	0.3	0.6	1.1	0.9	0.8	0.4	0.8	1.1	0.7	0.3	8
5.0—6.9	0.1	0.1	0.2	0.9	1.0	1.1	0.7	1.0	0.6	0.6	0.5	0.1	7
7.0—9.9	.	.	.	0.2	0.6	0.8	0.5	0.5	0.5	0.3	.	.	3
10.0—14.9	.	.	.	0.2	0.5	0.6	0.2	0.3	.	.	.	.	2
15.0—19.9	.	.	.	.	0.1	0.3	0.2	0.1	.	.	.	.	0.7
≧ 20.0	.	.	.	.	0.2	0.2	0.1	0.1	.	.	.	.	0.6
Összeg óra	78	71	65	58	57	44	32	37	38	64	88	80	712
Napi átlag óra	2.5	2.5	2.1	1.9	1.8	1.5	1.0	1.2	1.3	2.1	2.9	2.6	2.0

Az összes mérhető mennyiségű csapadékot adó órák számának évi menetet táblázatunk utolsóelőtti sora tünteti fel. Természetesen kiviláglik az évi menetből, hogy az ilyen, erősen szóródó adathalmaz vizsgálatához esetleg kevés a 32 esztendő. A tanulság az, hogy bizony nem teljesen elegendő és több év jobb volna, mert akkor jobban elmosódnának a végeredményekben a rendkívüliségek. Például, ha valamely hónapban egyetlen négynapos csapadék adódik (96 óra), az már a 32 évi átlagban is 3-mal növeli a havi gyakoriságot. Vagy ha egy nagy, 30—35 mm-es óracsapadék hull, az a hozamban 32 évi átlagban is 1 mm-es többletet jelent. Ebből a számsorból is azonban világosan látszik az évi menet teljes, egyperiódusos hulláma. A maximum, tehát a legnagyobb számú csapadékos óra (havi 88) novemberben volt, ezután csökkentek a havi értékek a júliusi minimumig (havi 32). Amíg tehát novemberben gyakorlatilag naponta 3 csapadékos órára kell számítanunk, júliusban csak egyetlen csapadékos órája van átlagban az egyes napoknak (táblázat utolsó sora). Összevéve, az év egy átlagos napjára nem egészen, de majdnem 2 mérhető csapadékos óra jut.

A különböző csoportok abszolút gyakoriságai azonban egészen más évi menetet mutatnak. November a legkisebb kategóriában például nem vízvezető szerepet, mert gyakoriságát december és január is felülmúlják, de a következő csoportokban a 0,5—0,9-ből kiindulva, egész a 3,0—3,9-es csoportig, az óraadatok száma ismét novemberben tetőzik. Július ezzel szemben csak a három legkisebb hozamú csoportban mutatja egyformán a gyakoriság mélypontját. Az ennél nagyobb óraértékek évi menete ugyanis már egyre egyenletesebbé, de egyben határozatlanabbá is válik. A 3,0—3,9 mm-es csoport jelenti a fordulat semleges pontját, mert ebben az összes hónapok gyakorisága vagy 1 vagy 2. A 4,0—4,9-es csoport viszont már egy új rendeződés határozott irányzatát jelzi, mégpedig a nagy óracsapadékok számának a nyári hónapokra való tömörülését. Ez a szabályszerűség annál nyilvánvalóbb lesz,

minél nagyobb hozamú óracsapadék évi menetét vesszük szemügyre. A 7,0-t elérő óraértékek például az előbb még vezető szerepet vivő novemberben már nem is szerepelnek, sőt novembertől egész márciusig, tehát 5 hónapon át, nem is kell ekkora óracsapadéokra számítanunk. A 10 mm-t is elérő óracsapadék előfordulásának már csak áprilistól augusztussal bezárólag van gyakorlati jelentősége, a 15 mm-t is felülmúló hozamú csapadékos órák pedig csak május és augusztus között fordulnak elő.

Ez a körülmény az ombrográf adatainak más célokra történő számbavételéhez is hasznos tanulságot szolgáltat. A legtöbb helyről csak Hellmann-műszerrel mért adatokkal rendelkezünk, amely készülék csak a fagymentes időszakban működik. I. táblázatunk adatai irányt adnak arra, hogy milyen nagyságú óracsapadékok tanulmányozására elegendők a Hellmann-műszerek adatai és mely hónapokban s mekkora mennyiségek vizsgálatához van szükség feltétlenül az *Anderkó—Bogdánfy*, télen is író, mérleges ombrográf adataira is.

II. táblázat: Csapadékos órák számának százalékos megoszlása az év folyamán a különböző hozamok szerint.

Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0.1—0.4	64	58	57	51	49	44	47	44	49	49	52	62	54
0.5—0.9	22	20	22	21	19	17	16	20	20	20	20	21	20
1.0—1.9	10	16	15	17	15	18	16	18	17	19	17	12	15
2.0—2.9	3	4	4	5	8	8	8	7	7	7	7	4	6
3.0—3.9	0.9	1.3	1.5	2.2	3.2	4.3	4.7	4.4	2.4	3.0	2.6	1.1	2.3
4.0—4.9	0.4	0.4	0.5	1.0	2.0	2.1	2.5	1.1	2.1	1.7	0.8	0.4	1.1
5.0—6.9	0.1	0.1	0.3	1.6	1.8	2.5	2.2	2.7	1.6	0.5	0.6	0.1	0.9
7.0—9.9	.	.	.	0.3	1.1	1.8	1.6	1.4	1.3	0.5	.	.	0.5
10.0—14.9	.	.	.	0.3	0.9	1.4	0.6	0.8	.	.	.	.	0.3
15.0—19.9	.	.	.	.	0.2	0.7	0.6	0.3	.	.	.	.	0.1
≥ 20.0	.	.	.	.	0.4	0.5	0.3	0.3	.	.	.	.	0.1

A csapadékos órák százalékos megoszlását, amely az egyes hónapokban a különböző csoportokba tartozó mennyiségek előfordulását könnyebben összehasonlíthatóvá teszi, II. táblázatunkban közöljük. Eme táblázat számadataihoz úgy jutottunk, hogy az I. táblázat minden adatát az illető havi összes gyakoriság (utolsóelőtti sor) százalékaiban fejeztük ki.

Ez megmutatja, hogy az illető hónapok átlagos csapadékos óráiból az egyes csoportok (nagyságkategóriák) hány százalékkal részesednek. Az I. táblázat abszolút számai nem is mutatják oly világosan az évi menet legjellemzőbb sajátosságát, mint ezek a relatív számok. Itt már az 1,0—1,9 mm-es csoportban feltűnik a téli hónapok elmaradása a nyáriak mögött, 2 mm-től kezdve fölfelé pedig határozott a májustól júliusig kitarított maximum. Az 5 mm-nél is nagyobb csapadékokat novembertől februárig már csak 0,1% arányban találunk, tehát 1000 téli csapadékos óra között egyetlen egy olyan akad, amelyben 5 mm-t elérő vagy meghaladó óraértéket mérhetünk.

Figyelemreméltó és az általános törvényszerűség megállapítására alkalmas ennek a táblázatnak utolsó oszlopa, amelyben a különböző nagyságú óracsapadékok részvételét látjuk százalékos megoszlásban az összes csapadékokon (712) belül. Az esetek több mint fele a legkisebb, $\frac{1}{2}$ mm-t el sem érő óraértékekre jut. Ha ehhez a következő csoportot is hozzávesszük, már az összes eseteknek mintegy háromnegyed részét kapjuk. A 2 mm-t meghaladó csapadékokra viszont összesen csak 11% jut. Ez az évi átlagos arány az egyes

hónapokban természetesen lényegesen különbözik egymástól. A január és a június-július hónapjár adják a szélső jellemvonásokat. Januárban a csapadékos óraértékek 96%-a 2 mm-en alul van, a nagyobb csapadékok részvétele csak 4%-ot jelent, a júniusban és júliusban ezzel szemben a 2 mm-t el nem érő csapadéokra 79%, a 2 mm-t elérő esőre egyaránt 21—21% jut.

Ebben a körülményben világosan tükröződik a csapadékmennyiség függése a hőmérséklet és abszolút páratartalom évi menetétől. Nyáron a magas hőmérsékletű és ezért nagyobb abszolút páratartalmú levegőből kihulló csapadék nagy óraértékeinek jóval nagyobb gyakoriságát látjuk, mint télen, amidőn a hideg, kisebb párafogadóképességű és ezért is kisebb abszolút páratartalmú légtömegekből származik a csapadék. Ez a jelenség bizonyítja az egyes éghajlati elemek szoros kapcsolatát és az elemegyüttesek vizsgálatának szükségességét. Önmagában csak egyetlen elem tanulmányozása a többiek egyidejű értékeinek tekintetbe vétele nélkül, sohasem adhat megfelelő magyarázatot a törvényszerűségekre.

III. táblázat: Csapadékos órák száma összevont hozamcsoportok szerint.
Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0.1—0.9	67	55	51	42	38	27	20	23	27	44	64	66	524
1.0—4.9	11	16	14	15	16	14	10	12	10	19	24	14	175
5.0—9.9	0.1	0.1	0.2	1	2	2	1	1	1	1	0.5	0.1	10
10.0—19.9	.	.	.	0.2	0.6	0.9	0.4	0.4	.	.	.	.	2.5
≧ 20.0	.	.	.	.	0.2	0.2	0.1	0.1	.	.	.	.	0.6
Összeg óra	78	71	65	58	57	44	32	37	38	64	88	80	712

Mintthogy a csapadéokra vonatkozó eddigi más vizsgálatokban a csapadékos napok csoportosításához is a 0,1, 1,0, 5,0, 10,0 és 20,0 mm-es határokat választották, kívánatos, hogy az óraértékek gyakoriságát mi is ilyen csoportokba foglaljuk össze. Az I. és II. táblázatok anyagának ilyen összevonása adta III. és IV. táblázataink adatait. A III. táblázat ismét az abszolút gyakoriságokat, a IV. táblázat pedig az illető hónap összes gyakorisági értékeihez mért százalékos arányokat adja meg. Az apró, 1 mm-en aluli csapadékok ritka volta áprilistól-októberig, szemben a november-márciusi nagy gyakoriságukkal a legfeltűnőbb jellemvonás. Az évi összes, 712 csapadékos óraértékből mintegy 700 eset 5 mm-nél kisebb óraértékre jut és ezek 98%-át képviselik az összes eseteknek. Április-augusztus közt persze csak 93—96% az apró és a közepes értékek részvétele, decembertől-februárig pedig majdnem 100%, tehát gyakorlatilag jóformán semmi sem (0,1%) jut a nagy, 5 mm-t elérő óraértékekre.

IV. táblázat: Csapadékos órák számának százalékos megoszlása összevont hozamcsoportok szerint.
Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0.1—0.9	86	78	79	72	68	61	63	64	69	69	72	83	74
1.0—4.9	14	22	21	25	28	32	31	30	28	30	27	17	24
5.0—9.9	0.1	0.1	0.3	2	3	4	4	4	3	1	1	0.1	1.4
10.0—19.9	.	.	.	0.3	1	2	1	1	.	.	.	.	0.4
≧ 20.0	.	.	.	.	0.4	0.5	0.3	0.3	.	.	.	.	0.1

V. táblázat: Csapadékos órák számának évszakos átlagai
Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	Tél	Tavasza	Nyár	Ősz	Téli	Nyári	Év
	XII—II	III—V	VI—VIII	IX—XI	félév X—III IV—IX		
0.1—0.9	188	131	70	135	347	177	524
1.0—4.9	41	45	36	53	98	77	175
5.0—9.9	0.3	3	4	3	2	8	10
10.0—19.9	0.0	0.8	1.7	0.0	0	2.5	2.5
≧ 20.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0	0.6	0.6
Összeg	229	180	112	191	447	265	712

Az egyes évszakok adatainak összefoglalása is kívánatos, különösen az átmeneti évszakok jellemvonásainak világos szemlélete érdekében. (V. és VI. táblázat.) Az *apró csapadékok* (1,0 mm alatt) abszolút gyakoriságában az évszakok sorrendje a következő: tél-ősz-tavasza-nyár, ami a szitálások, valamint a felsikló és betörési frontok arányával már összefüggésben van. A *közepes* nagyságú (1,0—4,9 mm) *csapadékok* abszolút gyakorisági sorrendje ősz-tavasza-tél-nyár. Ez az őszi felsiklások országos jellegű esőinek gyakori voltát mutatja, amelyek elég gyakran adnak még közepes nagyságú óraértékeket is. A novemberi maximum határozottan a *mediterrán jelleg túlsúlyára* is utal ebben az 1921—1952. időszakban. Ez a jelleg különösen erős volt az időszak utolsó 8 évében, az esős őszykön. Természetesen az őszi összegben még a szeptemberben sem ritka záporok is szerepelnek, de feltétlenül az októbertvégi és a novemberi gyakori és elég bő felsikló csapadék volt a döntő. A legnagyobb és a *nagy csapadékok* (5,0 mm-t elérők) abszolút gyakoriságának évszaki sorrendje végül nyár-tavasza-ősz-tél. Ennek az oka is teljesen világos. A nyári, későtavasza és koraőszi betörési frontok túlsúlyának megfelelően a nagy csapadékok vonalán abszolút gyakoriságban a tél szorul a legutolsó helyre, holott az apró csapadékok csoportjában a legelső helyet foglalta el.

VI. táblázat: Csapadékos órák számának százalékos megoszlása évszakonként.
Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	Tél	Tavasza	Nyár	Ősz	Téli	Nyári	Év
	félév						
0.1—0.9	82	73	63	71	78	67	74
1.0—4.9	18	25	33	27	22	29	24
5.0—9.9	0	2	3	2	0	3	1.4
10.0—19.9	0	0	1	0	0	1	0.4
≧ 20.0	0	0	0	0	0	0	0.1

Kívánatos volt a nyári félév (ápr.-szept.) viszonyainak összehasonlítása is a téli félévvel, különös tekintettel a többé-kevésbé már fagymentes, ún. tenyészidőszakban, tehát a szabadban végezhető munkák legkedvezőbb főidényében, a viszonyok tanulmányozására. A nyári és téli félévek abszolút gyakorisági számai nagy eltéréseket mutatnak. Az *apró csapadékok* vonalán a két félévi gyakoriság aránya nagyjából 2 : 1, a téli félév javára. A *közepes csapadékoknál* ez már 4 : 3-ra csökken, végül a *nagy és legnagyobb csapadékok* összesítése esetében az arány 1 : 5-re változik át, mert a nyári félév 11 esetével szemben csak 2 téli félévi eset áll.

II. A különböző nagyságú óracsapadékok csapadékhozama. Korántsem volna teljes a tájékozottságunk az óracsapadékok felől, ha azoknak csak a gyakoriságát vizsgálnók meg és nem térnénk ki az általuk hozott csapadékmennyiségekre. Ez az utóbbi részletvizsgálat elvégzése viszont már világos képet ad arról is, hogy az egész esztendei, az évszaki vagy bármely havi csapadékkunk milyen összetételben adódik, mekkora része (mm-ben és %-ban) származik az apró, a közepes és a nagy óraértékekből. Nyilvánvaló, hogy ezek az eredmények a csapadék sorsának is (talajnedvesítés, elfolyás, párolgás) sokkal tüzetesebb elemzését teszik lehetővé, mint a gyakorisági számok egymagukban.

VII. táblázat: *Csapadékos órák csapadékhozamának évi menete és az óraértékek nagyság szerinti megoszlása, mm.*

Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0.1—0.4	10	8	7	6	5	4	3	3	4	6	9	10	75
0.5—0.9	12	10	10	8	8	6	4	5	5	10	13	12	103
1.0—1.9	11	15	14	14	12	11	8	9	9	17	21	13	154
2.0—2.9	5	7	6	8	10	9	6	6	6	10	14	6	93
3.0—3.9	2	3	3	4	5	6	5	5	3	6	6	3	51
4.0—4.9	1	1	1	2	4	4	3	3	3	4	3	1	30
5.0—6.9	1	1	1	5	6	6	5	6	4	3	3	1	42
7.0—9.9 .....	.	.	.	2	6	7	4	4	4	2	.	.	29
10.0—14.9 .....	.	.	.	2	6	7	2	3	.	.	.	.	20
15.0—19.9 .....	.	.	.	.	2	5	3	3	.	.	.	.	13
≥ 20.0 .....	.	.	.	.	6	6	3	3	.	.	.	.	18
Összeg mm	42	45	42	51	70	71	46	50	38	58	69	46	628

Az I. és II. táblázatokban részletesen megadott gyakorisággal jelentkező csapadékkategóriák *mennyiségi hozamait* mm-ben a VII. táblázat, az illető hónap átlageszapadékanak százalékáiban kifejezve pedig a VIII. táblázat adatai szemléltetik.

VIII. táblázat: *Csapadékos órák összes csapadékhozamának %-os megoszlása a különböző óraértékek szerint.*

Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0.1—0.4	24	18	17	12	7	6	6	6	11	10	13	22	12
0.5—0.9	29	22	24	16	11	9	9	10	13	17	19	26	16
1.0—1.9	26	33	33	27	17	15	17	18	24	29	31	29	24
2.0—2.0	12	16	15	15	14	10	13	12	16	18	20	13	15
3.9—3.9	5	7	7	8	7	9	11	10	8	10	9	6	8
4.0—4.9	2	2	2	4	6	6	6	6	8	7	4	2	5
5.0—6.9	2	2	2	10	9	9	11	12	10	5	4	2	7
7.0—9.9 .....	.	.	.	4	9	10	9	8	10	4	.	.	5
10.0—14.9 .....	.	.	.	4	9	10	4	6	.	.	.	.	3
15.0—19.9 .....	.	.	.	.	3	7	7	6	.	.	.	.	2
≥ 20.0 .....	.	.	.	.	8	9	7	6	.	.	.	.	3

A VII. táblázat legalsó sora adja a havi összegek és az évi összeg 32 évi átlagát. Nem állítható, hogy ez az évi menet tökéletesen egyeznék a *Hajósy-féle* 30 vagy 40 évi átlaggal. A februári és novemberi csapadékbőség a legfeltűnőbb olyan vonások, amelyek az egész vizsgálati időszak »jellemző« volta felől kételyt ébreszthetnek. A tényeket azonban mellőznünk vagy

éppen lepleznünk nem szabad, akkor sem, ha harmóniaérzésünket nem elégitik ki, akkor sem, ha begyökeresedett felfogásokkal nem állanak összhangban. El kell fogadnunk, hogy ez a 32 év ilyen eloszlást adott (mediterrán jellegű éghajlatingadozás). Az már vitatható, hogy ez a 32 év vagy egy másik, pl. 30 vagy 40 év adatai tekinthetők itt a csapadék évi menete »valóban jellegzetes« kifejezőinek.

A VII. táblázat utolsó oszlopa, mint évi összefoglaló, a legérdekesebb, mert az egyes nagyságkategóriákból származó évi összegekről ad számot és így az összes csapadékhozam adagolásának finomabb részleteibe enged betekintést. Hogyan tevődik össze az az évi vagy havi átlag, amelyet oly sokszor használunk fel gyakorlati jelenségek, természeti hatások magyarázatára? A kisebb vagy a nagyobb csapadékokra jut-e a súlypont valamely időszak lehullott és felhasználódó csapadékvizét illetően? A beszivárgásnak, elfolyásnak és párolgásnak a csapadék különböző óraértékű hozamai alkalmával különbözőképp kell alakulniok, ez nem kétséges. Az ilyen eloszlás beható ismerete nélkül tehát a csapadékvíz további sorsát semmiesetre sem tudjuk helyesen magyarázni, sem hatásaira megbízhatóan következtetni.

Az egyes hónapokban a különböző kategóriák hozama lényeges eltérést mutat. Októbertől áprilisig az apró és kis esők (2 mm-en alul) dominálnak. Hozamuk maximuma határozottan az 1,0—1,9 mm-es csoportban van. Ennek a csoportnak az évi menetében a február-április, valamint október és november járnak elől. A télvégi és koratavaszi, valamint az október-novemberi bőség tehát nemcsak a gyakoriságban nyilvánul meg, hanem a hozamokban is, amint ez érthető is ebben a túlnyomóan mediterrán jellegű korszakban. Természetesen, a mediterrán jelleg ebben a korszakban sem kizárólagos. Ezt bizonyítja a behatóbb elemzés, amely a monszunjellegű nyári nagyobb záporok jelenlétét is mutatja. A késő téli és tavaszi nagy hozamot a felsiklási frontok mellett a betörési frontoknak ebben a hidegebb időszakban még nem túl nagy, de gyakori csapadékaira, az őszi hónapokét az őszi felsiklásra vezethetjük vissza. Ugyanakkor a május-szeptemberi és a december-januári összegek aránylag kicsik. Az első időszakban a hozam a zivatarok ennél nagyobb óraértékeket adó záporai miatt relative kicsi, a téli időben viszont a csapadék zöme az apró csapadékokra (1 mm-en alul) esik. A fordulat ezután következik. A 2,0—4,9 kategóriák minden hónapban folyamatos csökkenést mutatnak az 1,0—1,9 kategória hozamaihoz képest. Amíg azonban októbertől márciusig a csökkenés ezen túl is folytatódik, áprilistól szeptemberig a magasabb kategóriákban újból növekszik a hozam, tehát egy másodmaximum fejlődik ki, amely áprilisban és júliustól szeptemberig az 5,0—6,9-es csoportban jelentkezik, májusban és júniusban, a nyári (legtöbbnyire monszun jellegű) zivataros esők nagy hozamai miatt a 7,0—14,9-es kategóriákra jut. Sőt újabb csökkenés után a 20 mm-t meghaladó óraértékek csoportjában még egy harmadik hullámhegy is feltűnik.

Az egyes kategóriák százalékos részvételét a havi összegre vonatkoztatva a VIII. táblázat mutatja meg. Ez megkönnyíti az összehasonlítást az egyes kategóriák által képviselt csapadékmennyiségek közt és a VII. táblázat azonos oszlopban levő számai valamelyest megnagyítva, az illető hónap csapadék-átlagához viszonyítva jelennek meg előttünk. A legegyszerűsebb eloszlást itt június mutatja, amidőn az összes kategóriákra számottevő mennyiség, legalább 6% jut, de a 15%-ot egyik kategória részvétele sem múlja felül. Hasonló a május-augusztusi időszak többi hónapjában is az eloszlás, bár az arányszámoknak a júniusnál nagyobb ingásával. A többi hónapokban egyes kategóriák már teljesen kimaradnak, a maximális részvétel aránya viszont

egyre nő. Így februárban és márciusban 33%-os, november 31%-os az 1,0—1,9 mm-es csoport részvétele.

IX. táblázat: *Csapadékos órák csapadékhozama összevont csoportok szerint, mm. Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)*

Hozam mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0.1—0.9	22	18	17	14	13	10	7	8	9	16	22	22	178
1.0—4.9	19	26	24	28	31	30	22	23	21	37	44	23	328
5.0—9.9	1	1	1	7	12	13	9	10	8	5	3	1	71
10.0—19.9 .....	.	.	.	2	8	12	5	6	.	.	.	.	33
≧ 20.0 .....	.	.	.	.	6	6	3	3	.	.	.	.	18
Összeg	42	45	42	51	70	71	46	50	38	58	69	46	628

A gyakorisághoz hasonlóan a mennyiségi táblázatok összevonását is elvégeztük a napi csapadékok osztályozásának ismert kategóriái szerint. A IX. és a X. táblázatunk adja a milliméterekben, illetőleg %-ban kifejezett adatokat.

X. táblázat: *Csapadékos órák csapadékhozamának százalékos megoszlása összevont hozamcsoportok szerint. Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)*

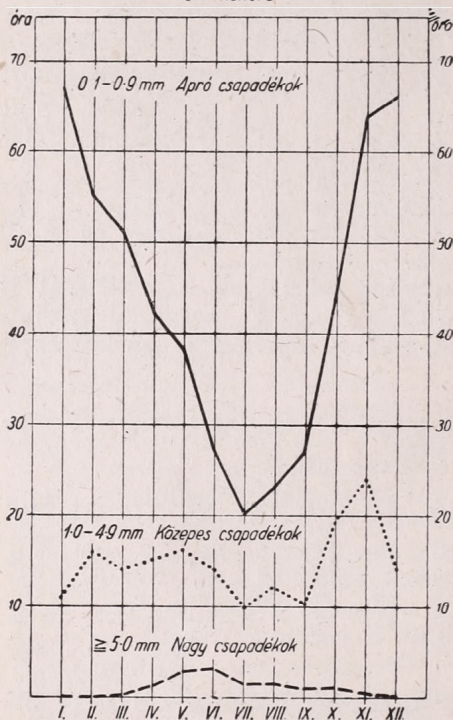
Hozam mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0.1—0.9	53	40	41	28	18	15	15	16	24	27	32	48	28
1.0—4.9	45	58	57	54	44	40	47	46	56	64	64	50	52
5.0—9.9	2	2	2	14	18	19	20	20	20	9	4	2	12
10.0—19.9 .....	.	.	.	4	12	17	11	12	.	.	.	.	5
≧ 20.0 .....	.	.	.	.	8	9	7	6	.	.	.	.	3

Tanulságos ezeknek utolsó oszlopait összehasonlítani a III. és IV. táblázatok utolsó oszlopaival. Amíg a *gyakorisági súlypont az apró esőkre* jutott a III. és IV. táblázatok szerint (524 eset, 74%, addig a *mennyiségi súlypont a közepes (1,0—4,9) kategóriára* jut (IX. tábla). A két kategória összegének gyakorisága 98%, hozama azonban csak 80%. A nagy és legnagyobb esőkre tehát gyakoriságban 2% marad (VI. táblázat), ez azonban hozamban már 20%-ot képvisel (X. táblázat).

Ugyancsak tanulságos ilyen összevonásban a gyakorisági és a hozamértékek évi menetének összehasonlítása, ezért ezt két ábrán is szemléltetjük. Jól látszik az I. ábrán az *apró csapadékok* gyakoriságának abszolút fölénye az egész éven át; továbbá nyári minimuma és téli maximuma. Ugyanezen kategória az előbbi évi menet alakjának fenntartása mellett a hozamban (2. ábra) májustól augusztusig az utolsó helyre szorul. De általában az év jelentékeny részében visszamarad a közepes és nagy óraértékek mögött, mert görbéje január kivételével a közepes (1,0—4,9 mm-es) és májustól augusztusig a nagy (5 mm-t meghaladó) csapadékok görbéje alatt húzódik.

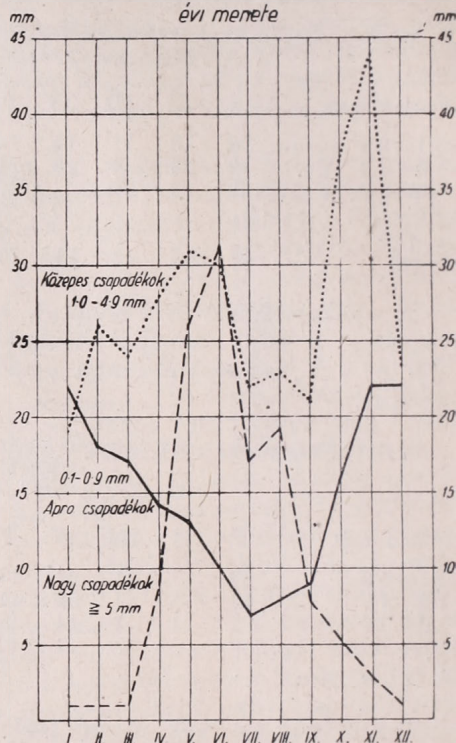
A *közepes csapadékok* (1,0—4,9 mm) gyakoriságának menete ingadozó; de mindig az apró és nagy óraértékek gyakorisága közt marad (1. ábra). Ezzel szemben ugyanezeknek hozama (2. ábra) februártól májusig, majd júliustól decemberig abszolút fölényt mutat, mert lényegesen felülmúlja mind az apró, mind a nagy csapadékok hozamát. Csak télen ad az apróhoz és júniusban a nagyokhoz hasonló értékeket. Végül a *nagy csapadékoknak* a gyakoriságban természet szerint jelentéktelen a szerepük, a hozamban azonban tavasztól őszig részvételük tekintélyes, sőt júniusban mindkét másik kategóriáét felülmúló.

Óracsapadékok gyakoriságának
évi menete



1. ábra

Óracsapadékok hozamának
évi menete



2. ábra

XI. táblázat: Csapadékos órák csapadékhozamának évszakos átlagai összevont hozamcsoportok szerint, mm.

Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	Tél	Tavaszi	Nyár	Ősz	Téli félév	Nyári félév	Év
0.1—0.9	62	44	25	47	117	61	178
1.0—4.9	68	83	75	102	173	155	328
5.0—9.9	3	20	32	16	12	59	71
10.0—19.9 .....	.	10	23	.	.	33	33
≧ 20.0 .....	.	.	12	.	.	18	18
Összeg	133	163	167	165	302	326	628

XII. táblázat: Csapadékos órák csapadékhozamának százalékos megoszlása évszakok és összevont hozamcsoportok szerint.

Budapest, 1921—1952 (32 évi átlag)

Hozam mm	Tél	Tavaszi	Nyár	Ősz	Téli félév	Nyári félév	Év
0.1—0.9	47	27	15	28	39	19	28
1.0—4.9	51	51	45	62	57	48	52
5.0—9.9	2	12	19	10	4	18	11
10.0—19.9 .....	.	6	14	.	.	10	6
≧ 20.0 .....	.	4	7	.	.	5	3

Ugyancsak előállítottuk ezekből a hozameloszlás évszakos értékeit is (XI. és XII. táblázat). Az *apró esők* hozamának sorrendje: tél, őszi, tavasz, nyár. A tél több mint kétszerakkora mennyiséget hoz, mint a nyár, sőt az egész téli félév hozama megközelíti a nyári félév kétszeresét is. A *közepes* kategóriában a sorrend már: őszi, tavasz, nyár, tél. A téli félév (mediterrán jelleg) még mindig veri a nyári félévet. A *nagy és igen nagy óraértékek* csoportjában a határozott sorrend: nyár, tavasz, őszi, tél. Jellemző, hogy a téli hozam itt már jelentéktelen, az őszi csekély, a tavaszi tekintélyes, a nyári hozam igen nagy. Az összes évszaki hozamsorrendek általában egyeznek a gyakorisági sorrendekkel, kivéve a közepes kategóriát, ahol az utolsó helyet a gyakoriságban a nyár, a hozamokban viszont a tél foglalja el, ha az abszolút hozamokat tekintjük. A százalékos hozameloszlásban (XII. táblázat) már más a sorrend, mert itt a közepes kategóriában szintén a nyár van az utolsó helyen, de most a nagy csapadékok nyári előretörése miatt.

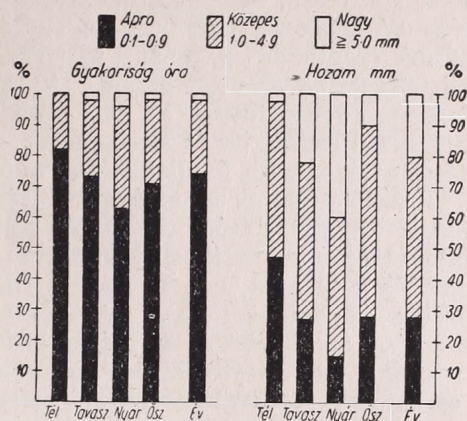
Érdekes, hogy az egyes évszakok összes hozama alig tér el egymástól, csak a tél marad kisebbségben (133 mm), a többiek majdnem egyformák (163, 167 és 165 mm). Ez mutatja a kevert (atlanti és szárazföldi), de erős mediterrán vonásokkal is bíró jelleget, ezen a vonalon különösképp őszi esők előretörését. Az ugyancsak évszakos százalékos megoszlást XII. táblázatunk mutatja, amelyben a kiemelkedő eredmény a közepes óraértékek általános túlsúlya, a kis hozamok téli, a nagy hozamok nyári tömörülése mellett. A VI. és XII. táblázatunk anyagát 3. ábránk szemlélteti.

III. Csapadékos időtartamok. Hátra van, hogy eredményeinket összehasonlítsuk az elmélet útján felállított feltevésekkel, amelyeket még a tényleges adatok feldolgozása előtt állítottak fel. *Köppen* foglalkozott valamikor azzal a kérdéssel, hogy az ombrográfok nélkül, csak ombrométerekkel meghatározott terminus értékek adataiból hogyan lehetne az egyes hónapok csapadékos óráinak számára következtetni [13]. Erre nézve a következő képletet állította fel: a csapadék óraértékeinek havi gyakorisága, $s = r \cdot N/n$ ahol n az illető hónapban végzett megfigyelések száma, r az illető hónapban a tényleges csapadékos órák száma, N pedig az egész hónap óráinak száma. Ennek alapján Németországra *Sprung* végzett számításokat [14]. Ezt a képletet alkalmazva *Kéri Menyhért* számításai az 1943—1952. időszakban, tehát 10 évi átlagban az összes csapadékos órák nagyságára Budapesten az alábbi évi menetet adták (A sor); a tényleges adatokat a B sorban tüntettük fel:

Csapadékos órák havi gyakorisága (10 évi átlag). Budapest, 1943—52

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
A	89	94	74	50	37	50	30	15	22	67	130	112	770
B	77	71	57	40	46	43	32	24	33	53	104	92	672

Óracsapadékok évszakos megoszlása %



3. ábra

Amint látjuk, az elmélet alapján számított adatok eltérnek a valóságos észlelt adatoktól, mégpedig évi összegben majdnem 100 órával (14,6%). Az egyes hónapokban azonban az eltérés nem azonos irányú. Májusban és júliustól szeptemberig, tehát a záporosók időszakában a valóság (B) nagyobb gyakoriságot ad, mint az elmélet (A). A kevert időszakban, amikor már jelentékeny szerephez jutnak az őszi felsikló, egyenletesebb, csendes esők, valamint a téli szitálások és szemergések, fordított a helyzet, minthogy a számított értékek messze felülmúlják a valódi, észlelésből adódó értékeket.

Észlelt adataink a természetben tényleg előfordult csapadékos időtartamoknál amúgyis feltétlenül szintén többet adnak ki, hiszen az esőíró műszer adatai alapján csapadékosnak minősített óra nem mindig jelent teljes 60 perces csapadékos időközt, hanem csak egy *legfeljebb* 60 perces, de az esetek nagy részében, mondhatni nagy többségében, ennél *rövidebb* csapadékos időt. Ez a tény az elmélet és a valóság közti különbséget még inkább megnöveli. Ha tehát a ténylegesen csapadékos időtartamokra vagyunk kíváncsiak, akkor a csapadékos idő tartamát, amelyeket ombrográffal határoztunk meg, még le kell szállítanunk. Az ombrográf óraértékei szerint évi 712 órában volt csapadék. Legalább 25%-ra kell becsülnöm azokat az időtartamokat, amelyek ugyan a csapadékosnak minősített órákon belül estek, de bennük a csapadék szünetelt. Ha ezt az igen szerényen becsült 25%-ot (178 óra) leszámítjuk, akkor csak 534 órás valóban csapadékos időköz adódik évi átlagban Budapestre. Az elméleti képlettel számított csapadékos időtartamokat ezért mindenképp elég erősen túlzottaknak kell minősítenünk a valósághoz képest.

A Szovjetunió egyes vidékeire *Drozdov* számított ilyen módon csapadék-időtartamokat [15] és a tengerparti tundrákon mintegy 2000, a keletázsiai tundrán 1000, az erdős övezetben 800—1800, az erdős sztyepen 300—600, végül a sivatagban 150—300 óra évi csapadékos időtartamot számított ki. Az előbbi példánk mutatja, hogy ezek a számítási eredmények is meglehetősen leredukálандók, hogy a valóságnak megfelelő számokat adjanak.

További körülmény, amelyre ki kell térnünk, hogy adatainknak olyan formát adjunk, amely minél alkalmasabb legyen a népgazdaságban való felhasználására, a meghatározott csapadékgyakoriságnak az éjszakai (18—6 óra) és a nappali (6—18 óra) napszakra való megoszlásáról. Egyszerűség kedvéért egész évben ugyanezt a felosztást vesszük. Erről a következő alapon igyekszünk a valóságot minél inkább megközelítő képet adni: a csapadékmennyiség napi menetét 40 évi átlagban, mint említettük, meghatároztuk. Erre januárban, júniusban és évi átlagban a következő adódott [11]:

Csapadékmennyiség megoszlása mm-ben. Budapesten, 1901—1940:

	Nappal 6—18 óra közt	Éjjel 18—6 óra közt
Január	20,1	19,8
Június	37,4	32,2
Év.....	318,0	312,4

Az arány a nappali és éjszakai órák közt nagyjából tehát januárban 50,5 : 49,5, júniusban 53,7 : 46,3, évi átlag 50,5 : 49,5. Nem követhetünk el nagy hibát, ha átlagban az összes csapadékos óráknak is 51%-át nappalra, 49%-át éjszakára számítjuk. Így a 712 évi csapadékos órából 363 óra jut nappalra, 349 óra éjszakára. A tényleges csapadékos időtartamok összegét pedig ezeknek 25%-kal csökkentett értékében véleményezzük; 272 óra nappali, 262

óra éjjeli tényleges csapadékidőtartamot tételezünk fel. Ez az összes nappali órák 6,2%-a, az összes éjszakai órák 6,0%-a. A szabadban végzendő és csak csapadégmentes órákban végezhető munkák számára tehát a kihasználható munkaidőt nálunk mintegy 6%-kal rövidíti meg a csapadékhullás gátló hatása. Napi 8 órás munkaidőből tehát napi mintegy félórán át kell a szabadban, száraz időben végzendő munkák esetén, mint kihasználhatatlan átlag-időt leszámítanunk.

A csapadékos órákzök és az összes órák számának százalékos aránya is jelentős változást mutat az év folyamán. Az összes óráknak a csapadékos órák az egyes hónapokban az alábbi százalékát képviselik:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
10	11	9	8	8	6	4	5	5	9	12	11	8

Ha az előbbieket alapján ezeket a számokat még 25%-kal csökkentjük, évi átlagban 6%-nak, júliusban 3%-nak, novemberben 9%-nak felel meg a csapadékos időtartam, az összes rendelkezésre álló időből.

IV. Óraintenzitások. Beszámolónk nem volna teljes a kérdésről, ha az egyórás csapadékok csapadékhozamának havi átlagértékeit, tehát a budapesti csapadékok havi és évi óraintenzitását meg nem állapítanánk. Ezeket az adatokat az I. és VII. táblázatok végértékei alapján állítottuk elő. Természetes, hogy az átlagos óraintenzitások számértékeinek a gyakorlati életben az egyes adatok túlnagy szóródása miatt kevés a jelentősége. Az egyes hónapok átlagos óraintenzitásai azonban egymással összehasonlítva mégis értékesek, mert a csapadék évi menetének további részletkérdését tisztázzák és objektív mérőszámokat adnak az egyes esetek megítéléséhez, azok rendkívülinek vagy közönségesnek való helyes minősítéséhez. A fenti módon meghatározott óraintenzitások évi menete a következő:

Átlagos óraintenzitás, mm. Budapest, 1921—1952.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
0,54	0,63	0,65	0,88	1,23	1,61	1,44	1,35	1,00	0,91	0,78	0,58	0,88

A téli hónapok 0,5 mm-t alig meghaladó óraintenzitásai és a nyáriak ezeknél jóval nagyobb, 1,5 mm körüli adatai a csapadék budapesti évi menetére újabb tájékoztatást adnak. Június átlagos intenzitása tehát háromszorosa a januári értéknek, ami a nyári zivataros záporok és a téli, részben hócsapadék órahozamának arányát mutatja. Érdekes, hogy az évi átlagos intenzitás (0,88) az április és az október hónap intenzitásainak felel meg. Ez a két hónap tehát joggal tart számot csapadék tekintetében is az évi átlagos viszonyok jellemzésére, éppúgy, ahogyan havi középhőmérsékleteik is legjobban megközelítik az évi középhőmérsékletet. Ez az adalék is bizonyítja, hogy az éghajlat kialakulásának legdöntőbb tényezője a hozzánk érkező sugárzó napenergia, amely nemcsak a hőmérsékletet, de kivülről a csapadékhozamokat is, nemcsak globálisan, hanem apróbb részleteiben is döntően befolyásolja.

Az átlagok természetesen keveset fejeznek ki, hiszen az adatok szerfölött nagy szóródásáról, a ritkán előforduló, de igen nagy értékekről és azok fellépésének valószínűségéről nem tájékoztatnak, sőt aránylag kis értékekkel e tekintetben még félre is vezethetnek. Kívánatos ezért az óracsapadékok maximális értékeinek áttekintése is. Az abszolút maximum 1 órás időközben

az Országos Meteorológiai Intézet észlelőkertjében 49,9 mm volt, 1929. augusztus 13-án 17 és 18 óra közt. Természetes, hogy egy területileg annyira inhomogén jelenség, mint a záporosó, maximumának jelentősége más, mint a területileg egyenletesebb eloszlású jelenségeké. Így bizonyítékunk van arra, hogy a főváros más részén, az Intézettől mintegy 5 km-re az 1932. július 11-i felhőszakadásban egy óra alatt 90 mm körüli csapadékmennyiség zúdult le [16]. Ezt tekinthetjük Budapesten abszolút maximumnak.

A városi csatornák méretezéséhez szükséges számítások céljaira szükséges ismernünk azt is, hogy többek között mekkora maximális csapadéokra kell 1 órai időtartam alatt számítani $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3 . . . 10, 20 évi valószínűséggel. Ezek az adatok az ombrográf mérések alapján a következőknek adódtak.

Az egyórás csapadék egyszeri valószínű maximuma, mm. Budapest, 1912—1951.

Időtartam alatt	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	10	20	év
mm	12	16	20	24	26	27	31	48	mm

V. Országos adatok. Éghajlati szempontból kívánatos, hogy ne csak Budapestről, hanem az ország más területeiről is rendelkezünk a szóbanforgó jelenségre vonatkozó ismeretekkel. Evégből feldolgoztuk Szombathely és Nyíregyháza megfelelő ombrográf adatait az 1929—1938-ig terjedő 10 évi időközéből. Sajnos, a Hellmann-esőíró műszer fagyérzékeny volta miatt nem lehetett a budapestivel párhuzamos hosszabb teljes sorozatokat találnunk és a meglevők is csak a május-szeptemberi időszakból tartalmaznak méréseket. Helykímélés céljából, hogy az összehasonlítást mégis megtehessek az annyira különböző éghajlati körzetek viszonyai között, összevont, rövid táblázatokban adjuk Budapest, Szombathely és Nyíregyháza legfontosabb adatait az említett egyidejű 10 évi időközökből (XIII—XV. táblázat).

XIII. táblázat: Csapadékos órák száma összevont hozamcsoportok szerint. Budapest, 1929—1938 (10 évi átlag)

Hónap Hozam mm	V	VI	VII	VIII	IX	összeg	%
0.1—0.9	38	25	19	29	24	135	64
1.0—4.9	20	12	7	14	10	63	30
5.0—9.9	1.7	2.1	1.3	2.4	1.2	9	4
10.0—19.9	1.0	0.9	0.4	0.7	.	3	1.5
≥ 20.0	0.4	0.1	.	0.1	.	0.6	0.1
Összeg	61	40	28	46	35	210	—

XIV. táblázat: Csapadékos órák száma összevont hozamcsoportok szerint. Szombathely, 1929—1938 (10 évi átlag)

Hónap Hozam mm	V	VI	VII	VIII	IX	összeg	%
0.1—0.9	40	38	32	44	32	186	67
1.0—4.9	15	14	15	19	12	75	27
5.0—9.9	1.7	2.1	2.0	3.0	2.1	11	4
10.0—19.9	0.6	1.1	0.7	1.2	0.2	4	1.4
≥ 20.0	0.1	.	0.1	0.1	.	0.3	0.1
Összeg	57	55	50	67	46	276	—

XV. táblázat: Csapadékos órák száma összevont hozamcsoportok szerint Nyíregyháza, 1929—1938 (10 évi átlag)

Hónap Hozam mm	V	VI	VII	VIII	IX	összeg	%
0.1—0.9	33	28	25	34	26	146	67
1.0—4.9	14	10	10	13	11	58	27
5.0—9.9	0.8	2.1	2.2	1.9	1.6	9	4
10.0—19.9	0.2	0.5	0.7	1.0	0.1	3	1.1
≥ 20.0	0.1	0.5	0.1	0.4	.	1.1	0.5
Összeg	48	41	38	50	39	216	—

Természetes, hogy a 10 esztendő sorozatok igen rövidek az éghajlati jelenségek tökéletes jellemzésére, de egymással való összehasonlításuk mégis igen tanulságos és kezdetnek értékes, amíg hosszabb kifogástalan adatsorral nem rendelkezünk.

A közreadott adatok a következő megállapításokra jogosítanak fel:

1. A különböző éghajlati körzetek *óracsapadékaiknak gyakorisága* hozzávetőlegesen arányos a területi átlagos csapadék mennyiségével, különösen a nyári félév adataival.

2. Az egész öthónapos időszakon belül 10 évi átlagban is még mutatkoznak eltérések és olyan esetlegességek, amelyek az illető 10 éven belül egyszer-kétszer előfordult rendellenességből származnak. Ilyen pl. a szeptemberi adatok jelentékeny visszaesése az augusztusiakhoz képest még az apró csapadékok vonalán is, ahol pedig a többévi átlagban (*I. ábra*) már jelentékeny emelkedés volt tapasztalható. Ugyancsak kiugrók ebben az időszakban augusztus értékei a többi kategóriában is, a többévtizedes átlaghoz képest. Ennek oka 1937 és méginkább 1938 augusztusának rendkívüli csapadékbősége ugyanezen nyarak többi hónapjainak viszonyaihoz képest.

3. A gyakoriság abszolút értékei és összegei Szombathelyen határozott fölényt mutatnak mind Budapesttel, mind Nyíregyházával szemben. Ez a fölény az apró és a közepes csapadékok gyakoriságának szombathelyi jelentékeny többletéből adódik. Sőt még a nagyobb csapadékú (20 mm alatt) órák száma is Szombathelyen a legnagyobb. Az igazán nagy, 20 mm-en felüli csapadékok kategóriájában azonban fordított a helyzet. Itt már a szárazföldibb jellegű éghajlatú Nyíregyháza vezet, Budapest a második, Szombathely pedig a harmadik helyre szorul vissza. Bizonyos, hogy a hozamok tekintetében még kirívóbb ez a különbség és vizsgálat nélkül is feltehető, hogy az Alpok-környéki Szombathely igazán erős záporai és legnagyobb felhőszakadásai nem versenyezhetnek az egyébként aszályosabb Alföld még nagyobb záporainak sem gyakoriságával, sem hozamával. Valószínűsíti ezt, hogy a maximum Szombathelyen 43,6 mm, Budapesten 49,9 mm, Nyíregyházán 52,3 mm az ombrográfok eddigi adatai alapján.

4. Igen érdekes és feltűnő az említett táblázatok utolsó oszlopában kifejeződő tulajdonság. A százalékos megoszlás szerint ugyanis, annak ellenére, hogy Nyíregyházán a legtöbb kategóriában a gyakoriság jóval kisebb, mint Szombathelyen, az egyes kategóriák egymáshoz való aránya, illetve részvétele az összes gyakoriságban majdnem pontosan azonos (67, 27, 4, 1%). Budapest adatai sem térnek el lényegesen ugyanettől a százalékos eloszlási aránytól. Ez az ismeret azért értékes, mert, bár csak nagyobb vonásokban, mégis azt az eddig még nem ismert jelenséget mutatja, hogy az ország területének nagy részén, tehát az Alföldön és a Dunántúlon egyaránt, az óracsapadékok gyakoriságának megoszlása a különböző hozamcsoportok között nagy-

jából azonosnak tekinthető. Az egyes hozamcsoportok százalékos részvétele az összes gyakoriságban, és ennek folyamán képp megközelítően a hozamokban is, országosan majdnem azonos. Ez különösen a vidéki városok csatornatervezéseinek vonalán figyelemreméltó új ismeret.

Hasonlóképp hangsúlyoznunk kell ezzel a tapasztalattal kapcsolatban, hogy az éghajlatkutatás eredményei és kellő gondnal szerzett adatai világosan mutatják a szeszélyesen ingadozó, erősen szóródó adatokon keresztül is vaskövetkezetességgel érvényesülő éghajlati törvényszerűségeket, amelyek a különböző körzetek éghajlatainak valóban törvényszerű és nem esetleges, hanem maradandó sajátosságai.

*

A csapadék óraértékeinek beható ismerete a népgazdaság sok ágában felmerülő számos műszaki feladat megtervezéséhez, ütemezéséhez és megoldásához ad hasznos támpontokat, sőt nem egyszer nélkülözhetetlen segítséget. Természetesen nem egymagában, hanem a szóbanforgó műszaki tervezés egyik fontos alapadatául, esetleg csak az illető határterületen végzendő további kutatások kiindulópontjául (talajállapot, vízerózió stb.) szolgálhat adatközlésünk és lesznek értékesíthetők annak alapján tett megállapításaink.

Igy a kisebb méretű, de elárasztásra különösen érzékeny, pl. üzemi területek vízmentesítésének tervezéséhez. A mezőgazdaságban a növényeknek, főként állati kártevők elleni porozásához, a gyümölcs és szőlő permetezéséhez. Csapadékot nem tűrő építészeti munkafolyamatok idővesztésének felbecsüléséhez. Út- és talajállapotra való csapadékhatalás mérlegeléséhez, az ott járó vagy dolgozó járművek, illetve nehéz munkagépek kihasználható vagy kieső munkaidejének megállapításához. Minden szabad téren végzendő munka vagy rendezvény várható kényszerű szünetelésének hozzávetőleges megállapításához. Ezekon kívül még számos, a csapadékkal összefüggő jelenség alaposabb tanulmányozásához a mindennapi élet területén.

FORRÁSOK ÉS IRODALOM.

- [1] *Hegyfokó Kabos*: Az eső évi periódusa Magyarországon. Bp. 1909.
- [2] *Héjjas Endre*: A csapadék 15 évi átlagai Magyarországon. Bp., 1917.
- [3] *Hajósy Ferenc*: A csapadék eloszlása Magyarországon. 1901—1930. Bp., 1935.
- [4] *Berkes Z. — Kakas J.*: A csapadék eloszlása Budapest területén. Bp. 1940.
- [5] *Réthly Antal*: Debrecen csapadékviszonyai. Bp. 1946.
- [6] *Hajósy Ferenc*: Magyarország csapadékviszonyai. 1901—1940. Bp. 1952.
- [7] *Bacsó Nándor*: A csapadékvalószínűség évi változása Magyarországon. 1871—1935. Bp. 1939.
- [8] *Kulin I. — Kéri M.*: Csapadékmennyiségek gyakorisága 50 évi megfigyelések alapján. Bp. 1953.
- [9] Az Országos Meteorológiai Intézet eredeti ombrográf szalagjai és az Évkönyvekben megjelent ombrográf óraértékek. Bp. 1921—1952.
- [10] *Bacsó Nándor*: Módszer az esősűrűség adatainak megállapítására a városi csatornatervelés céljaira. Bp. 1952.
- [11] *Bacsó N. — Kakas J. — Takács L.*: Magyarország éghajlata. Bp. 1953.
- [12] *Bacsó Nándor*: A csapadék elleni biztosítás éghajlati alapjai Magyarországon. Bp. 1936.
- [13] *W. Köppen*: Regenhäufigkeit und Regendauer. Met. Zeitschrift XV. 1880, 362. oldal.
- [14] *A. Sprung*: Die Regendauer in Deutschland nach der Köppenschen Stichproben-Methode. Berlin 1900.
- [15] *O. A. Drozdov*: A csapadékok időtartama mint éghajlati jellegzetesség. A II. Szovjet Földrajzi Kongresszus Munkái. II. k. Moszkva, 1948.
- [16] *Réthly Antal*: Budapest éghajlata. Bp. 1947.

Kiss István :

A nem sejtes élő anyag időérzékenységről

Összefoglalás: A szerző három eset meteorológiai elemzése alapján megállapítja, hogy az időjárás »biotrop faktor« nemcsak a sejtes szervezetekre, hanem a nem sejtes élő plazmára, magára a biokolloidrendszerre is hat. Vizsgálati anyagul az egysejtű növények (*Euglena*, *Chlamydomonas*) sejtjeinek elpusztulása, szét-esése alkalmával képződő 0,5–2 mikron átmérőjű tovább élő és szaporodásra is képes testecskéket választotta, amelyeket hyperfragmentumoknak nevezett el. Az elemzett esetekben a hyperfragmentumok gyors felszaporodása praefrontális időjárás helyzetekben, ill. szubtrópusi tengeri eredetű légtömegek beáramlása idején következett be. Ezért a jelenségeket a növényi mikroszervezetek időérzékenysévével azonosítja, amely elsősorban a fotoszintézis fellendülésével és a szervezetek gyors felszaporodásával jellemezhető.

★

Чувствительность к погоде нецеллюлярного живущего вещества. На основе метеорологического анализа 3 случаев установится, что «биотропический фактор погоды» имеет влияние не только на целлюлярные организмы, а и на нецеллюлярную плазму, на самую «биокolloидную систему». Автор выбрал исследовательским материалом микроскопические тела диаметром 0,2—5 микронов, которые образуются при гибели и распаде клеток известных одноклеточных растений (*Euglena*, *Chlamydomonas*) и которые живут долге и могут размножаться. Эти он называет «гиперфрагментумами». В анализированных случаях быстрое размножение гиперфрагментумов произошло при префронтальных положениях погоды т. е. при втечении воздушных масс субтропического морского происхождения. Эти явления он отождествляет чувствительностью к погоде растительных микроорганизмов, которая характеризуется во первой линии увеличением фотосинтеза и быстрым размножением организмов.

★

Météoropathie de la matière vivante non-cellulaire. A l'aide de l'analyse météorologique effectuée en trois cas, l'auteur est amené à la conclusion que le «facteur biotrope» doit exercer une influence nonseulement sur les êtres-vivants organisés en cellules, mais aussi sur la plasmе vivante non-cellulaire, c'est-à-dire, sur le système biocolloïdale lui-même. On a utilisé, comme substance de recherche, les corpuscules dematière survivante, de 0,5—2 microns de diamètre, obtenus par la décomposition des plantes monocytes (*Euglena*, *Chlamydomonas*) matière capable de se reproduire, que l'auteur désigne par la dénomination hyperfragments. Une augmentation rapide des hyperfragments a été constatée dans les situations de temps préfrontales, ainsi qu'à l'occasion de l'advection des masses d'air subtropicales maritimes. En conséquence, on considère ce phénomène comme une météoropathie des plantes microscopiques, caractérisée principalement par une augmentation de la photosynthèse et une rapide reproduction des organismes.

★

Az »Időjárás« 57. évfolyamában már megemlékeztem a növényi mikroszervezetek időérzékenységről, vagyis arról a jelenségről, hogy bizonyos egysejtű növények időnkénti hirtelen túlszaporodása általában az időjárás ciklonális-depressziós folyamataihoz kapcsolódik, illetve praefrontális időjárás helyzetekben következnek be. Az eddig végzett kb. háromszáz vizsgálat az időérzékenység egy új formájának a felismeréséhez vezetett. Eszerint praefrontális időjárás helyzetekben bizonyos egysejtű növények fotoszintézise nagy mértékben emelkedik, vitalitásuk felszökik, olyannyira, hogy néhány nap vagy néhány óra alatt roppant mértékben felszaporodnak, s a víz színére emelkedve azt feltűnően színezik. A hatótényezők azonban nem ismeretesek. Feltételezhető, hogy bizonyos kozmikus ágensek közvetett, a légkör által módosított hatásáról van szó.

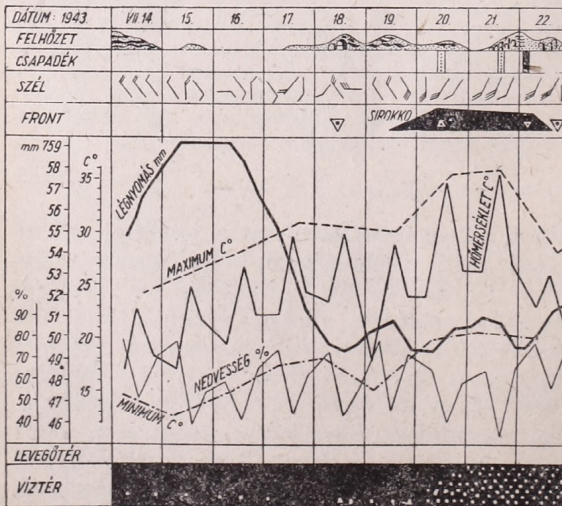
A jelzett növényi élettevékenységet hirtelen felfokozó biotrop faktor azonban nemcsak a sejtes szervezetekre hat, hanem a sejtes szerveződéssel nem rendelkező élő anyagra is befolyást gyakorolhat. A következőkben röviden erről számolok be.

A legújabb sejttani kutatások, különösen *Lepesinszkaja* vizsgálatai szerint nem a sejt az a legkisebb organizáció, amelyben az élő anyag még önálló életre képes, hanem a sejtnél még jóval kisebb, nem sejtes plazmacgységek is képesek bizonyos életfolyamatok lebonyolítására, anyagserére, növekedésre és fejlődésre, vagyis ezek is *élnék*. Az egysejtű zöld növények körében sikerült megállapítanunk, hogy a sejt elpusztulása, vagyis a sejtorganizáció teljes felbomlása még nem jelenti szükségszerűen az élő anyag teljes pusztulását, mert a szétesés során igen kicsiny, 0,5—2 mikron átmérőjű zöld plazmarészecskék képződnek, amelyek tovább asszimilálnak és életképességüket igen hosszú ideig megtarthatják. E baktériumszerű parányi zöld részecskék nemcsak ideig-óráig maradnak életben, hanem bizonyos fejlődésmeneten belül rohamos szaporodásra is képesek. Ezeket a nem sejtes plazmarészecskéket hyperfragmentumoknak neveztem el, mivel képződésük a sejt élő anyagának, elsősorban kloroplasztisz-állományának, nagymérvű feldarabolódására vezethető vissza.

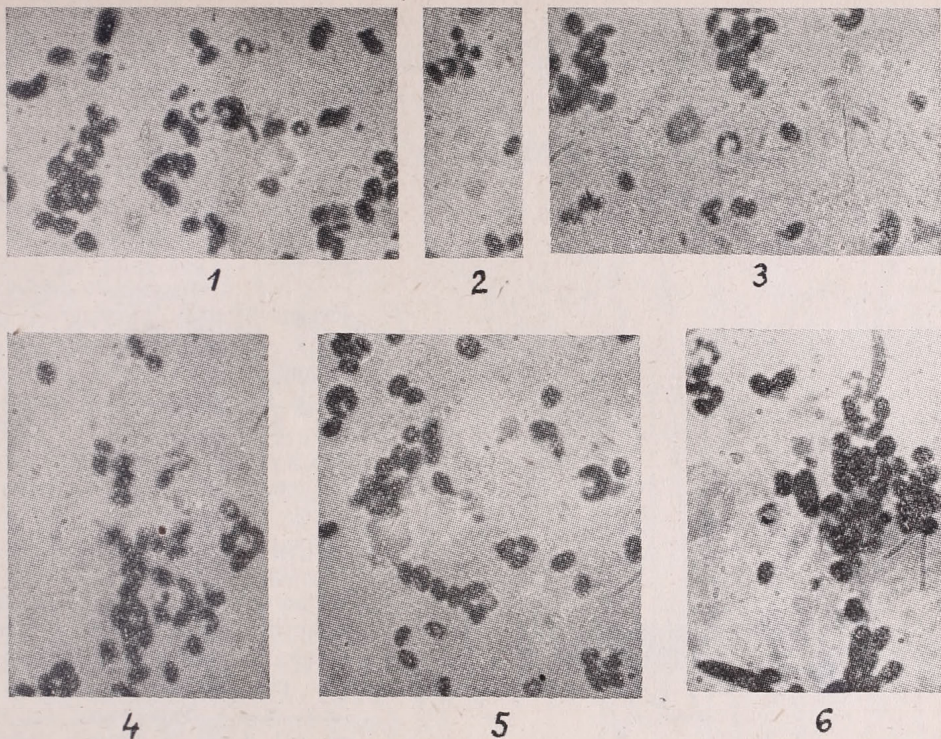
A hyperfragmentumok szaporodása olykor igen nagyfokú, s az említett egysejtű növények tömegprodukcioihoz hasonló gyorsasággal zajlik le. A következőkben leírandó három eset bizonyítja, hogy a hyperfragmentumok gyors felszaporodása is a praefrontális jellegű időjárás helyzetekben következik be.

I. *Euglena viridis* sejtjeinek széteséséből származó hyperfragmentumok tömegprodukcioja. 1943. július 20-án Orosházán észleltem, hogy egy *Euglena* tenyészet pusztulásából származó üledék felett egy üveghenger kitisztult vize mindinkább zavarosodni kezdett, s 21-re teljes magasságában (14 cm) halványzöldre színeződött. Egyébként ugyanebben időben Orosházán még másik három természetes biotópban is észleltem a növényi mikroszervezetek tömegprodukcioit. Az említett sedimentum feletti víztér július 20—21-i színeződését 1—2 mikron átmérőjű, golyóalakú hyperfragmentumok okozták.

A hyperfragmentumok felszaporodása és a tömegprodukcio halmozódása *Ozora* Zoltán frontelemzése szerint jellegzetes praefrontális időszakban következett be (1. ábra). Orosházán július 20-a előtt tartósan frontmentes időszak uralkodott. A fordulat éppen 20-án következett be: 11 óra tájban vonulhatott át egy közepesen fejlett felsikló front, s az ezt megelőző praefrontális időszakban indultak meg az említett túlszaporodásos jelenségek. A szubtrópusi légtömegek beáramlása, azaz a



1. ábra

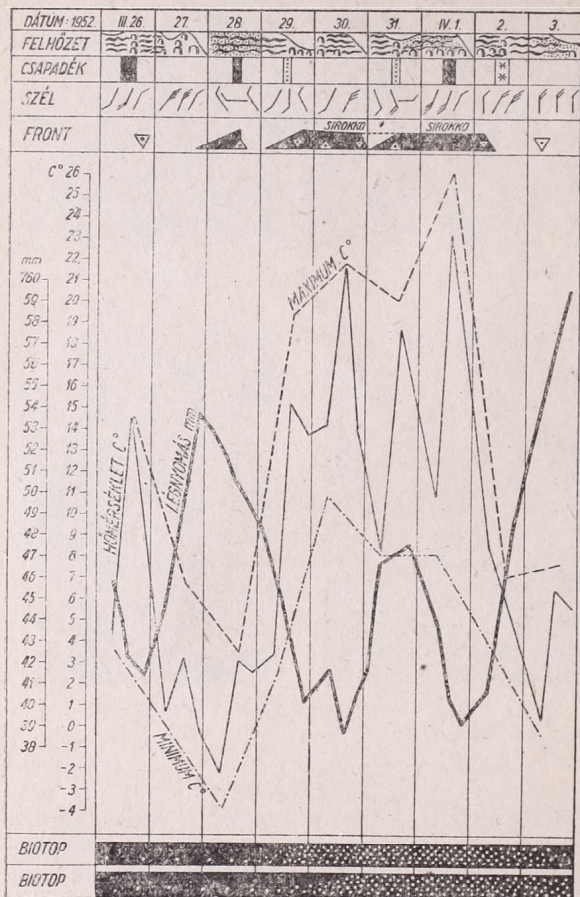


2. ábra

tágabb értelmezésű »sirokkó« beköszöntése különös jelentőségűnek látszik. A sirokkó még 21-én is folytatódik, a szél állandóan délies, s a hőmérséklet havi maximumát ($35,5^{\circ}\text{C}$) éri el. 22-én két hidegfront jelentkezik, s a második betörés átvonulásával a sirokkóhatás is megszűntnek tekinthető.

II. *Chlamydomonas hyperfragmentum*ok tömegprodukciója. 1952. március 29-én Szegeden a tömegprodukciók halmozódásának ez ideig egyedülálló példáját észleltem. Március 29—30-án Szegeden és környékén 37 tömegprodukciót számláltam meg. Közülük kettőt hyperfragmentumok alkottak. Ezek ugyancsak laboratóriumi körülmények között jöttek létre. A hyperfragmentumok első egyedei ez esetben a *Chlamydomonas* nevű egysejtű növény sejteinek széteséses pusztulása révén jöttek létre. A vízteret halványzöldre színező hyperfragmentumok a 2. ábra 1—3. sz. mikroszkópi fényképfelvételein láthatók. A képek homogén immerziós lencse (100) alkalmazásával közvetlenül 1800-szoros nagyítással készültek. A gömb-, tojás- vagy kiflialakú részecskék átmérője $0,5$ — $2,5$ mikron. A 6. mikrofelvételen e részecskék továbbfejlődése látható. Többnyire pálcikaszerű sejtek képződtek.

A légköri ágenseket jelen esetben is az élénk fronttevékenységgel párosult sirokkós időjárás hordozhatta magában. *Ozorai Zoltán* frontelemzéséből (3. ábra) kitűnik, hogy a március 27-i rövid postfrontális időszakra 28-tól egyhetes depressziós időszak következett be, amelyben egyetlen centrális ciklon érvényesült. 28—31-ig négy felsikló front vonult át. A 29-i felsiklástól kezdve erős felmelegedés formájában jelentkezett a sirokkó. Az ezt előidéző szubtrópusi légtömegek beáramlása még április 1-én is folytatódott. A 2-án 6 óraker jelentkező betörési fronttal a szubtrópusi levegőt hirtelen hűvös,



3. ábra

rázolják e testecskéket. Ezek mind méret, mind alak szempontjából kb. megegyeznek az előbbi tömegtermelések testecskéivel, így a hyperfragmentumok fajlagos eredete csak tenyészetek beállításával dönthető el. Agar-agaron kultúrázva a hyperfragmentumok Protococcales-jellegű sejtekké fejlődtek. Fejlődésük közben jelentős mértékű változékonyság jelentkezett. Úgy látszik, hogy az egysejtű szervezet nem sejtes élő anyagból való felépülése folyamán — hasonlóan a baktériumokhoz — a külső tényezőket nagy mértékben asszimilálni képes, s ennek következtében nagymérvű változékonyságot mutat. A változékonyság jelenségét egyéb hyperfragmentum-tenyészetekben is észleltem. Eddigi vizsgálataink folyamán azt tapasztaltuk, hogy a hyperfragmentumok csak a szilárd (agar-agar) táptalajon fejlődtek ki sejtes organizációkká. Folyékony tápláló közegben nem vagy csak igen hosszú idő múlva — rendszerint többszöri átoltás után — képesek sejtes szervezetekké alakulni. Ily körülmények között csak mint hyperfragmentumok szaporodnak. Feltűnő példa ez arra, hogy a táptalaj milyensége a szerveződés megindulására döntő befolyást gyakorol.

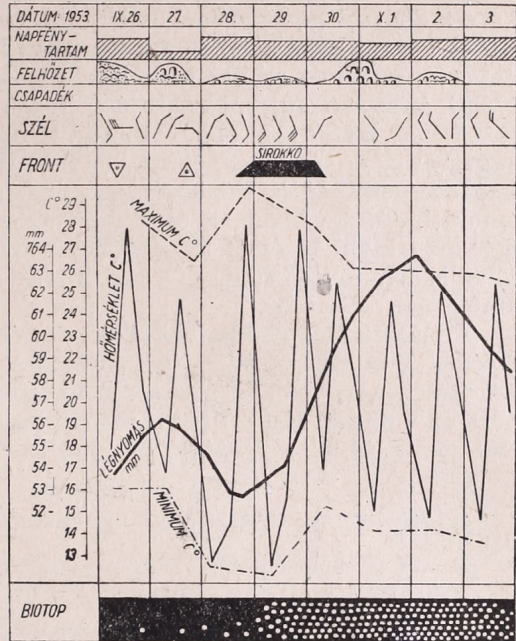
A Protococcales-hyperfragmentumok tömegtermelésének kialakulása idején ugyancsak sirokkós, praefrontális jellegű időjárás uralkodott. *Ozori*

szárazföldi eredetű levegő váltotta fel; mérsékelt övi légtömeg áramlott be, s az előbbi sirokkós időjárás végét ért. 3-án reggel egy mérsékeltlen felett betörésre 3 mm-es hózápor, majd 4-én posztfrontális derülés következett.

III. Protococcales hyperfragmentumok tömegtermelési-eredete. E jelenségre *Megyeri János* főiskolai tanár hívta fel a figyelmet. Szívességét köszönöm. Ez esetben egy nagyobb üvegcsőben elhelyezett szikes vízpróba, amely legfeljebb csak kolloidálisan zavaros volt, 1953. szeptember 29-től észrevehetően zöldülni kezdett. A következő napokban a víz sárgás-zölddé vált a bioszton nagymérvű felszaporodása miatt. Sajátságos, hogy ez idő alatt a vízben levő nagyszámú *Diaptomus spinosus* elpusztult.

A vizet színező biosztonban kizárólag csak hyperfragmentumokat találtam. A 2. ábra 4–5. mikroszkópi fényképfelvételei ugyancsak 1800-szoros nagyításban ábr-

Zoltán elemzése szerint szeptember 29-e előtt Szeged fölött is szárazföldi levegő helyezkedett el. Elégtömeg eredetileg tengeri szubtrópusi jellegű volt, azonban időközben Ukrajna felett szárazföldi levegővé alakult át. Szeptember 28-án e levegő a nap-sugárzás hatására erősen felmelegedett (szegedi max. 30 C°). 29-én a kora hajnali órákban, valószínűleg 4 órakor, tengeri szubtrópusi levegő érkezett. E légtömegek a magasban már 28-án délután jelentkeztek. Ennek következtében 28-án Budapest felett a 0 fokos szint 4000 méter felett helyezkedett el. A 4. ábrán is jól szemléltethető, hogy Szegeden 28-án a nap második felétől »sirokkós« időjárás uralkodott. Tartós délies szél kezdődött, s a hőmérséklet rohamosan emelkedett (max. 28,5 C°). Ugyanekkor nyugatról hűvös levegő volt előnyomulóban, azonban ennek frontja a Duna—Tisza



4. ábra

közén stacionáriussá vált, így nem érthette el Szegedet. Szeptember 30-án 3 órakor hidegbetörés. Október 1-től hazánk felett anticiklon épült ki.

Az előbbi elemzésekből megállapítható, hogy a növényi mikroszervezetek sejtjeinek szétesésekor, pusztulásakor keletkező tovább élő plazmáreszecskek, az úgynevezett hyperfragmentumok is körülbelül ugyanúgy érzékenyek a feltételezett biotrop faktorra, mint a sejtes organizációk. Az inger felfogója tehát nem a sejt, hanem a plazma, az élő biokolloid. Mindhárom hyperfragmentum-tömegprodukción a szubtrópusi légtömegek beáramlása idején, »sirokkós« időjárásban alakult ki, ezért joggal feltehető a kérdés, hogy e folyamatok előidézésében nem a hőmérséklet emelkedése játszott-e a döntő szerepet? Erre a kérdésre nem kell válaszolnunk, mert a meleg feltételezett hatása egyszerű kísérlettel cáfolható. A hyperfragmentumokat vagy az egysejtű növényeket ugyanis nem lehet tömegprodukción kialakítására bírni azáltal, hogy tenyésztésüket magasabb, optimálisnak vélt hőmérsékletű környezetbe helyezük. Sőt! A legtöbb zöld növényi mikroszervezet inkább az alacsonyabb hőmérsékletet kedveli. Egyébként is, e jelenségek zárt helyiségekben, laboratóriumban, a külső hőmérsékleti viszonyoktól kevésbé függetlenül játszódtak le.

Az orvosi meteorológiában ismeretes, hogy »sirokkó« idején az ún. »frontpanaszok« igen gyakoriakká válnak. A hatás hordozója csakis a beáramló sirokkó levegője lehet. A növényi mikroszervezetek tömegprodukciónak meteorobiológiai elemzésénél már sok esetben sikerült a hasonló sirokkós esetek praefrontális jellegű, a tenyésztést, a fotoszintézist előmozdító praefrontális jellegű hatását kimutatni. Kétségtelen, hogy a hyperfragmentumok felszaporodása is e jelenségek kategóriájába sorolandó. A hyperfragmentumok »időérzékenysége« két szempontból érdemel figyelmet:

a) Bizonyítja, hogy a közelebről nem ismert »biotrop faktor« élettani hatása koránt sincs a sejtes szerkezethez kötve. Az ismeretlen tényező vagy tényezőkomplexus az élő biokolloid-rendszerre hat.

b) A hyperfragmentumok létezésének és időérzékenységének felismerése lehetőséget nyújt az olyan tömegprodukciónak esetek hirtelen fellépésének magyarázására, amelyeknél az illető biotopban vagy tápközegben felszaporodó szervezeteknek előzőleg semmiféle sejtes szaporító képlete nem volt kimutatható. Ezekben az esetekben az eddigi mikroszkópos vizsgálatoknál figyelmen kívül hagyott hyperfragmentumok fejlődnek sejtes szervezetekké. Több jel arra mutat, hogy ez a szaporodási mód a növényi mikroszervezeteknél általánosan elterjedt.

A plazma biokolloidjainak, illetve az élet legkisebb egységeinek a meteorobiológia problémakörébe való bevonása a »biotrop ágens« mibenlétének kiderítésében még nagy segítséget nyújthat. Ez annál is inkább remélhető, mert az említett légköri tényezőkomplexus az élettelen anyagok kolloidális rendszereire is feltűnő hatást gyakorol.

IRODALOM.

Aujeszký, L.: Az 1938. esztendő frontátvonulásai Budapesten. Az Időjárás, XLIII. 1939 : 7—15.

Berényi, D.: A meteorológia és az orvostudomány kapcsolatai. Debreceni Szemle, 1942.

Brunnthaler, J.: Protococcales. — Pascher's Süßwasserflora. Heft 5. Jena 1915 : 52—250.

Kiss, I.: Néhány növényi mikroszervezet, baktérium és klorobaktérium tömegprodukciónak meteorobiológiai elemzése. Annal. Biol. Univ. Hungariae I. 1952:387—396.

— : Tovább élő plazmarészecskék képződése a Scenedesmus sejtek hyperfragmentációs szétválása révén. Annal. Biol. Univ. Hungariae. II. 1952 : 429—440.

Pascher, A.: Volvocales. Pascher's Süßwasserflora, H. 4. 1927.

Flórián Endre :

A légkör elektromos tulajdonságai, adatai és hazai mérésük*

A légkör elektromos állapotával a tudomány jóideig csak mint érdekességgel foglalkozott. A geofizikával és ezen belül a meteorológiával foglalkozó kutatók megelégedtek annyival, hogy felfedezték az alsó légkörben lefolyó villamos jelenségeket, elméleteket állítottak fel azok magyarázatára, de nem láthatták előre, hogy elméleteiknek vagy éppen méréseiknek valaha gyakorlati haszna is lehet. Éppen ezért volt és maradt is a mai napig oly kevés a légköri elektromosság kutatásával kísérletező obszervatórium. Ehhez még az is hozzájárult, hogy a légkör elektromos állapotát kutató műszerek sohasem voltak olyan egyszerűek, mint az általában használt meteorológiai eszközök és használatuk is mindenkor több fizikai ismeretet igényelt. Ha így volt ez a múltban a talajközeli légrétegekre vonatkozólag, még hatványozottabban kellett ennek a ténynek fennállania a felső légrétegek elektromos tulajdonságainak megismerése terén.

Különösen a légkör 70—80 km-től felfelé számítható részét nem tudták megközelíteni. A földmágnességi megfigyelések ugyan arra utaltak, hogy ezek a magasan levő rétegek főleg valamilyen elektromos tulajdonságaikkal tűnnek majd ki, ezt azonban bizonyosan állítani nem lehetett. *Gauss* korabeli földmágnességi adatokból (1838) számította a földmágnesses erő potenciálfüggvényét, ennek végtelen sorából már kivehető, hogy a földmágnességnek van a Föld belsejében levő anyagokon kívül a légkörben is valamekkora összetevője. Később (1885) *Schmidt* pontosabban is megmondotta az összetevők arányát. Ugyanebben az időben vizsgálták a mágnesses háborgásokat és közöttük azokat is, amelyek a földmágnességi elemek változásainak rajzában öböl-szerű kitéréseket mutatnak. Így kitűnt, hogy a háborgató erők többször egy pont felé konvergálnak és ez a pont (valahol a magasban) másodpercenként kb. kilométeres sebesség-

*) Az Orsz. Meteorológiai Intézet Tudományos Tanácsának 1954. október 19-i ülésén elhangzott előadás.

gel mozog. Fel kellett tehát tételezni, hogy a felső légrétegekben jelentékeny mennyiségű elektromosság van jelen.

Lehetséges, hogy szerették volna a kutatásokat feljebb is folytatni, erre azonban akkor még semmiféle lehetőség nem volt. Csak később történt olyan érdekes eset, melyből a vizsgálati módszer kifejlődhetett. Ekkor ugyanis az igen gyenge energiájú amatőr-rádióállomások a számukra »hasznavehetetlenségük« miatt kiutalt rövid hullámokon bámulatos távolságokat hidaltak át. Majd megtörtént az első Amerika—Európa közötti hivatalos összeköttetés is. Nemsokára arról beszéltek, hogy a magasban fémtütkörszerű rétegek kell lenni, mely visszahajlítja a rádióhullámokat. Megvolt tehát az esz-köz, mellyel a kutatást a felső légkörben is meg lehet kezdeni: a *rádióhullám*.

1925-ben jelentette először *Appleton* és *Barnett* a *Nature*-ban »Rádióhullámok helyi reflexiója a felső atmoszférából« cím alatt, hogy 90 km magasságban visszaverő rétegre találtak. Ettől az időtől kezdve a felső légkör igen fontos lett mindazoknak, akik a rádióhullámok terjedési körülményeit kutatták.

A meteorológiában már csak azért mert fordítottak gondot a légkör elektromos tulajdonságainak alapos megismerésére, mert egyrészt az alsó légkörben levő villamosság-tartalom csekély energiája, másrészt a felső légkör igen csekély levegő-sűrűsége miatt elképzelhetetlennek tartották, hogy ezek az elektromos tulajdonságok, bárminemű változásuk esetén is hatással lehetnének a talajmenti levegőrétegben lezajló időjárásra. Nem gondolhattak arra, hogy a vízmolekula is dipólus és az ionizáció is energiafelhasználás... Meteorológiai célokból tehát nem is folyt komolyabb vizsgálat egészen a legközelebbi múltig. — Az atom- és biológiai vizsgálatok, továbbá a rádióforgalom ugrásszerű növekedése azonban felfedte a légkör elektromosság-tartalmának felhasználhatóságát és szükségessé tette a légköri elektromosság tüzetesebb vizsgálatát is.

Ezek elől a vizsgálatok elől a magyar meteorológia sem zárkózhatik el, a kutatásokat már megkezdette és van remény a fejlődésre is.

Tekintettel arra, hogy a légköri elektromosság jelenségei és adatai sok meteorológus előtt még nem teljesen ismertek, az alábbiakban kitérek ezek rövid ismertetésére. Közben elmondom az adatok felhasználási területeit, eddigi eredményeinket, majd felsorolom rövidebb lejárátú terveinket is.

I. A légköri elektromosság a felső légkörben

A Föld légkörét függőleges irányban régebben is, újabban is több rétegre osztották fel. A 80 km-től felfelé terjedő gömbhéjat ionoszférának nevezték el, mert ebben a széles rétegben jó darabig csak az ionok jelenléte, illetve rétegekben történő sűrűsödése volt ismeretes. Ma annyiban változott a helyzet, hogy az *ionoszféra* elnevezés megmaradt, de úgyszólván az egész légkörre vonatkozik, mert már 10—20 km magasságban is található ionizált légréteg. A légkör felosztását egyébként hőmérsékleti szempontok szerint végezték el és így a mai felosztásban a villamosság-tartalom már nem szerepel.

A légkört tehát teljes egészében ionoszférának foghatjuk fel és benne elektromosság-tartalma, ionoknak kisebb vagy nagyobb sűrűsödése szerint több réteget különböztetünk meg. Beszélhetünk tehát elsősorban e rétegek magasságairól, sűrűségéről, majd az ezekben történő változásokról.

1. Az ionoszféra rétegei. Az ionoszférában sok helyütt találhatunk ionokban gazdag, vékonyabb-vastagabb rétegeket, melyeket ma az ABC betűivel jelölnek meg (régebben felfedezőikről is nevezték őket).

Az »A« és »B« réteg, a szintén legújabban felfedezett »C« réteggel együtt, a troposzférában és a sztratoszférában található.

Magasságuk 10—20, 20—30 és 30—50 km között változik. Igen valószínű, hogy teljesen az időjárás függvényei mind a magasságuk, mind a sűrűségük, talán még létezésük szempontjából is.

Sokkal ismertebb már a »D« réteg, mely leginkább 70—100 km között található, vizsgálata azonban szintén nem tekinthet vissza nagyobb múltra.

Annál többet tudunk a 100—130 km között előforduló »E« rétegről, melyet sokszor »szporadikus«-nak neveznek, mert felépítésében hasonlít a ritka strato-cumulus felhöz-zethez.

Efölött van az »F« réteg, mely éjszaka egyetlen, kb. 250—300 km magasságban kezdődő rétegből áll, nappalra pedig széjjelhasad két különálló rétegre, melyek általában 200 és 400 km-en kezdődnek. Ilyenkor az alsót F_1 -nek, a felsőt F_2 -nek nevezik.

Ritkábban előfordul a »G« réteg is, kb. 4—800 km magasságban. Ezt a réteget szintén nem régen fedezték fel, amikor ultrarövid hullámokkal végeztek visszaverődési kísérleteket. Igen sűrű ionfelhódarabokból áll.

2. Ionsűrűség a különböző rétegekben. Az egyes rétegekben az ionsűrűség hely és idő szerint erősen változik, így nem is lehet jellemzője a rétegeknek, melyeket a fentiek szerint magasságuk különböztet meg. A legnagyobb átlagos sűrűség 10^6 és 10^7 között van ($\text{cm}^3\text{-ként}$). Rendkívüli esetekben azonban, különösen a felsőbb rétegekben, az ionsűrűség elérheti a 10^{10} nagyságrendet is. Ilyen rendkívüli eset előfordulhat a Nap ultraviola sugárzásának megerősödése miatt.

3. Magassági és sűrűségi változások. Tekintettel arra, hogy az ionoszféra rétegeit a napugárzás hozza létre és legfeljebb a legfelső (F_2) réteg függ kevésbé ettől a sugárzástól, egészen természetes, hogy a sugárzás változása észrevehető mind a rétegek magasságának, mind sűrűségének adataiban. Mivel pedig a sugárzás szabályos meneteket mutat a Föld forgása és napköri keringése miatt, az ionoszférában is találhatunk szabályos periódusokat. Ilyen periódusok a mi szélességi fokainkon a következők:

a) *Napi menet.* Magasságváltozások. A legelső rétegekről még nincsen kialakult vélemény a kevés adat miatt. A »D« réteg csak a nappali órákban van. Az »E« réteg a déli órákban a legalacsonyabb, de akkor is csak 10–20 km-rel találhatjuk lejjebb az átlagos magasságnál. Az »F« réteg napfelkelte után két részre hasad. Az alsó (»F₁«) délben eléri lefelé a 200 km-es magasságot, a felső (»F₂«) még délelőtt felemelkedik 400 km-ig, majd a magassága fokozatosan csökken. Napnyugtáig visszasüllyed 250 km-re és itt egybeolvadva az alsó réteggel, mint »F« réteg tartja a 250–300 km-es magasságot.

Sűrűségváltozások. Az »E« réteg sűrűsége a napállással igen szabályosan változik, erre még külön ráterünk. A felsőbb rétegekben szintén észrevehető a sűrűség és a napállás közötti erős összefüggés úgy, hogy a napi menetben a déli órákra jut a sűrűségmaximum (helyi időben). Szabályosság azonban feljebb, az F rétegekben korántsem olyan feltűnő, mint az E rétegnél. Az »F₂« réteg az év nagy részében kettős sűrűségi maximumot mutat.

b) *Évi menet.* Az »E« réteg csak a rövid nappali órákra szorítkozik, sőt az »F₁« réteg is csak napkeltektől napnyugtáig jelentkezik a nagy általánosságban, ennél fogva az évi menet már az időtartamokban is felfedezhető.

Magasságváltozások. Az »E« réteg magassága igen csekély változáson megy át az év folyamán, menetről alig beszélhetünk a mi szélességi fokainkon. Az F rétegek magasságait télen többször 400 km alatt találjuk. Télen az is előfordul sűrűbben, hogy felhasadás egyáltalában nem jelentkezik.

Sűrűségváltozások. Az »E« réteg sűrűségváltozása legnagyobb részt a napmagasság függvénye, ennél fogva kell évi menetének lennie. Az F rétegek sűrűsége évi menetben fordítottan látszik: télen növekedő, nyáron csökkenő, ugyanakkor azonban az »F₂« réteg sűrűségváltozása télen kevésbé mutatja a jellegzetes napi menetet, mint nyáron.

c) *Naptevékenység-okozta menet.* A napfoltperiódusok az ionoszféra rétegmagasságaiban nem okoznak jelentős változást. Más a helyzet azonban a sűrűség szempontjából, különösen, ha nem annyira a napfoltokat, hanem az újabb elgondolás szerint a lángokat vesszük figyelembe. Minél inkább közeledünk a naptevékenység maximuma felé, annál nagyobb lesz az összes rétegek sűrűsége. Érdekes, hogy az »F₁« réteg elmarádása szintén a naptevékenységi maximum idején a gyakoribb, ugyanakkor az »F₂« réteg átlagos sűrűsége a háromszorosát is eléri.

d) *Holdhatás.* A holdhatás az ionoszférában nem kétséges. *Bartels, Jones, Nish, Martyn* és mások is foglalkoztak ezzel a kérdéssel. Kár, hogy még a gráci *Burkard* is az egyenlítő körüli és nem az európai állomások adatait használta fel kutatásaihoz. Martyn megállapításai szerint az egyenlítő felett az »F₂« rétegben 60 km-es magasság és 28%-os kritikus frekvenciaváltozás vehető észre a holdfázisok változásai szerint.

e) *Vízszintes irányú mozgások az ionoszférában.* Míg az előbbi változások a magasságokban és a sűrűségeknél mutatkoztak és általában lassú lefolyásúak, addig a legújabb időkben kimutattak igen gyors sűrűségváltozásokat is. Lehetséges, hogy ezek a gyors sűrűségváltozások egyszerűen az ionoszférában előforduló széleket jelentik. Ebben az esetben — és ez a legvalószínűbb — úgy gondolhatjuk tovahaladni a ionfelhőtömböket, mint a troposzférában ismert, vízceppekből álló felhődarabokat.

Ha a felhőtömbök sebességét meghatároztuk, ismerjük az abban a magasságban uralkodó szélerősséget, illetve szélirányt is. Eddig, sajnos, csak igen kevés helyen történt még ilyen mérés, ezekből azt láthatjuk, hogy legtöbbször a 80–100 m/s sebességű szélerősség fordul elő. Évi menetben: nyáron a 70–80 m/s a leggyakoribb, télen a 120 m/s is elég sűrűn fordul elő. Az uralkodó szélirányokról még nem lehet tiszta képünk, (az eddig ismeretes, északi félgömbön folytatott mérésekben) nincsen különösen kitüntetett szélirány. A mérések leginkább az »E« rétegben folytak.

f) *Változások a földrajzi szélességek és hosszúságok függvényében.* A földrajzi szélesség nyilvánvalóan nagy befolyással van a rétegek adataira, mert egyúttal a napsugár-

zás beesési szögében is változást jelent. Az egyenlítő környékén a sűrűség általában nagyobb, a magasságok kisebbek, mint nálunk. Ugyanitt az évszakos változások szinte jelentéktelenek. Éppen fordítottja látszik pl. a 70°-os északi szélességeken. Az évszakos változások jelentékenyek, a sűrűség kisebb és a magasságok nagyobbak.

A déli félgömbön — azonos évszakban — hasonló a helyzet. Meg kell említenünk, hogy az »F₂« réteg mutatja legkevésbé a szélességgel járó különbségeket. A földrajzi hosszúság csupán óraidőt jelent, más szerepe alig van.

4. Az ionoszféra kutatási anyagának gyakorlati felhasználása. Az ionoszféra kutatása alig 30 esztendeje kezdődött meg, de már akkor is a gyakorlati felhasználás szükségessége indította meg a kísérleteket. A továbbiakban a hazai felhasználási lehetőségekre szeretnék rámutatni. Néhány terület:

a) *Csillagászat.* A napfizikai kutatásban az állandóan (felhőzettől, ködtől, párától stb. függetlenül) folyó ionoszféra-vizsgálat olyan módon segíthet, hogy a nap-megfigyelések akadályoztatása esetén is biztosan elárulja a Nap felületén történő folyamatokat. Együttes megfigyelések esetén pedig azonosíthatók pl. a lángok kitörése és hatásuk megérkezése időpontjai.

Jelen esetben nem folyik semmiféle olyan vizsgálat, mely szükségessé tenné napfizikusaink számára az ionoszféra adatait. Reméljük azonban, hogy a napfizikai vizsgálatokban is fejlődés áll majd be. Ionoszféra-prognózisok készítése esetében szükségessé lesznek a naptevékenység előre számítható adatai. Ilyen »naptevékenységi prognózisokkal« többen foglalkoznak, pl. *Mayot, Gleissberg* és még mások.

Azokat az adatokat (közönséges csillagászati távcsővel történő napfelületi megfigyelések), melyeket tapasztalatok szerzése céljából igényelünk, legnagyobb részét a távprognózis osztályból kaphatjuk meg. Naptevékenységi prognózisokat pedig alapesetben kidolgozásban külföldi szerzőktől olvashatjuk.

b) *Geofizika.* Már a bevezetésben ismertettem, hogy az ionoszféra elektromos töltésének mozgása, mint elektromos áram, befolyással van a földi mágneses térre. Még *Schmidt* állapította meg, hogy a földmágnességi értékek 94%-át a Földben levő mágneses anyagok okozzák. Ezek változása csak évszázados menetben mutatható ki (*Barta*). A fennmaradó 6%-ból a fele értékben az ionoszférában mozgó elektromos töltések hatnak és ezek okozzák a napi általános meneteket, továbbá rendellenes sűrűségek, illetve mozgások esetén a földmágnességi értékek meneteibe nem illő változásait. A még fennmaradó 3% valószínűleg az egyenlítő körüli zivatarok által táplált, az ionoszféra alsó rétegein keresztül ismét a földfelületre jutó elektromos köráramlás rovására írható.

A földmágnességi értékek meneteiben látható változások tehát elsősorban az ionoszféra állapotától, illetve változásaitól függenek. Olyan esetekben, amikor pl. valahol érc vagy egyéb kutatás folyik, a földalatti kőzetek mágneses adatait is mérni kell. A mérések közben az adatok különbözőek lesznek, más és más lesz természetesen a kőzetek mágneses erejét mutató szám is. Szükséges tehát tudni, hogy ez a változás a kőzet minőségében beállott változás-e vagy pedig időközben a földmágnességi értékek változtak meg? Ennek megállapítására szükséges egyrészt a földmágnességi értékek állandó regisztrálása, másrészt pedig nagyobb területre vonatkozatható, tehát a felső légköri villamosság-tartalom, illetve ionsűrűsége vonatkozó adat is, mely megmondja, hogy a kapott változás nagyobb területre érvényes-e vagy pedig csak a regisztráló állomás helyi jellegű eltérése?

c) *Hullámterjedés.* Ezideig a legnagyobb felhasználhatóságot az egész világon a rádió- és ezek között is leginkább a rövidhullámok terjedési viszonyainak kutatásánál láthatjuk.

Ezzel kapcsolatban meg kell ismerkednünk egy fogalommal: ez az ún. »határhullámhossz«. Értelmét leginkább egy példával lehet megvilágítani.

Pl. »A« állomásról »B« állomással kívánunk rádióösszeköttetést létesíteni. Egy bizonyos időben, mondjuk a déli órákban megpróbáljuk ezt 500 méteres hullámhosszal keresztülvinni. Azt tapasztaljuk, hogy minden erőlködésünk hiábavaló, mert »B« állomáson nem hallanak bennünket. További próbálkozásunk folyamán a hullámhosszat rövidítjük, már a 200, 100, sőt az 50 méternél tartunk, de még semmi válasz sem érkezik, míg végre a 30 méteres hullámokat meghallják, gyengén veszik. Tovább csökkentjük a hullámhosszat és 25 méteres hullámon adott kérdésünkre azt a választ kapjuk, hogy adásunk kitűnően vehető. Megpróbáljuk a hullámhosszat még tovább csökkenteni. . . Eközben 20 méteren még igen gyengén, 19 méteren azonban már ismét egyáltalában nem hall bennünket ellenállomásunk. Tovább hiába rövidítjük a hullámhosszat, többé nem tudunk összeköttetést létesíteni.

A 20 méteres hullámhossz, amely még éppen eljutott a »B« állomásra, volt a fenti körülmények között az ún. *határhullámhossz*.

A hosszabb hullámok, melyek a talaj mentén haladnak, a levegő sűrűsége, szennyezettsége, sokszor elég nagy iontartalma miatt elvesznek; a rövidebb hullámok

hamar kijutnak a troposzfériból, nem szenvednek veszteséget, feljutnak az ionoszférába és ott törést kapván, visszahajolnak a földfelszínre. Ha eltaláljuk azt a hullámhosszat, amely feljutva, egy rétegben megtörve éppen »B« állomásra hajlik vissza, akkor biztosítva van az összeköttetésünk. Ez adott ionoszféra-rétegmagasság és -sűrűség mellett aránylag kis hullámhossz-közben lehetséges. Ha ennél a hullámsávnál rövidebbet használunk, akkor az áttöri már az ionoszférát és kiszalad a világűrbe, a hosszabb hullámok pedig könnyebben és hamarabb visszahajlanak és abszorbeálódnak, mielőtt rendeltetési helyükre érnének.

Azt a hullámhosszat, amellyel legjobb volt az összeköttetés, »optimális forgalmi hullámhossz«-nak nevezzük. Az ennél rövidebb, de még használható hullámhossznak »minimális használható hullámhossz« a neve.

Hasonlóan ahhoz, ahogyan a repülőtereken útvonali prognózisokkal látja el a meteorológiai szolgálat az induló repülőgépeket, kellene adatokkal, illetve prognózisokkal, melyek a fenti adatokat tartalmazzák, ellátni a rádióállomásokat. Elsősorban azokat, amelyek nagyobb távolságú összeköttetéseket kívánnak lebonyolítani.

Az ilyen »útvonali prognózisok«-hoz első kellék a fent jelzett »határhullámhossz« megállapítása, vagyis annak a hullámhossznak a megmérése, amely a jelzett időben — tehát ionoszféra állapot mellett — még éppen visszaérkezik az ionoszféráról. Ennél kissé hosszabb hullám lesz az optimális forgalmi hullámhossz.

Ne gondoljuk, hogy a magyar rádióállomások eddig teljesen magukra hagyatva dolgoztak, hogy nem érezték a hullámterjedési ismeretek hiányát. Egyrészt kapnak külföldről (pl. a székesfehérvári állomás a berlini *Heinrich—Hertz* intézettől) távprognózisokat, másrészt pedig a *külföldi adóállomások rendelkeznek velük*. Ez az állapot nem kívánatos, ezenkívül azonban tudjuk, hogy a prognózisok jósága — éppen úgy, mint a repülőgépeknek adottaké — annál nagyobb, minél több és többszöri adatból készítették. Szükséges lenne tehát a magyar ionoszféra vizsgálatok eredményeit is ennek a szolgálatnak rendelkezésére bocsátani. Ez egyben azt is jelentené, hogy mi is megkapnánk a külföldi adatokat (melyeket több helyen rádió-távíratok alakjában ki is sugároznak). Közép-Európában Budapest a legkeletibb állomás, nyugatra a legközelebbi a gráci egyetemen, keletre pedig Kievből van.

Az ionoszféra prognózisok általában »távprognózisok«, melyek adott vonalakra és egy-egy hónapi időtartamra szólnak. Ezekben megjelölik a nap különböző óráiban használható hullámhosszakot, ajánlanak több tartósan használható hullámot és figyelmeztetnek egyes napokra, amikor naptevékenység miatt a prognózis nem jöhet számításba. A nagyobb felkészültségű intézetekben részletesen kitérnek az alacsonyabb rétegek felhasználási lehetőségeire is. Nálunk prognózis adására egyelőre még nincsen lehetőség.

d) *Meteorológia*. Az ionoszféra-adatok meteorológiai felhasználására eddig nem is gondoltak. A felső légkörben lezajló elektromos folyamatok az elképzelések szerint oly kis energiát képviselnek, hogy nehéz elhinni róluk bárminemű beavatkozást is a troposzfériban lezajló időjárásba.

Ennek megállapítására azonban alig végeztek kísérleteket. Nem kell rajta csodálkoznunk, hiszen az ionoszféra-vizsgáló állomások a hullámterjedés kutatásának érdekében keletkeztek, csak az utóbbi időben került — elsősorban Európában — néhány állomás a meteorológia hatáskörébe.

Itt aztán mintegy előzékenységből vagy éppen fennállásuk biztosítására már összefüggéseket kerestek a légkör időjárási folyamataival is. További hiba még az is, hogy az ionoszféra és a már jól ismert alsóbb rétegek között van még egy igen kevésbé kutatott középső, elég vastag réteg. Igyekeznek azonban ezt is megismerni, amint ez a berlini 30 km-es rádiószondákból és az angliai 40 km-es ballonkísérletekből már látszik. Az ionoszféra-magasságok és a légnyomás között kapott korrelációk, melyeket Európában *Höhn*, másutt *Martyn* mutatott ki legfőképpen, előtérbe helyezték az elektrosztrikciós elméletet. Amennyiben okozati összefüggést is mutat a korreláció és az fölülről alulra és nem fordítva képzendő el, akkor az ionoszféra rétegeit egy gömbkondenzátor külső fegyverzetének kellene felfogni, a belső fegyverzet a földfelszín lesz. A kettő között elektromos tér van, amelynek erőssége a rétegek magasság- (és sűrűség-) változásaival erősödik vagy gyengül. A közbeeső légtér — a dielektrikum — molekulái dipólusokká válnak és vonzzák egymást, ennél fogva a kondenzátor fegyverzetei között levő szigetelőanyag — jelen esetben a levegő — összezsugorodik. Ez a jelenség a légkörben nyilván légnyomás-emelkedést mutatna fel. Az ionoszféra változásai tehát így hatnának közvetve, a légnyomás változtatásán át az alsó légtérben lezajló időjárásra.

Berkes Zoltán elmélete szerint a beavatkozás a sarkokon beáramló korpuzkulák melegítő hatásával történik. A Nap korpuzkulái ugyanis a Föld és a Hold mágneses mezeje miatt a sarkok felé terelődnek és ott nagy sebességgel zuhannak be a légkörbe, itt mennyiségüktől és sebességüktől függően felmelegedést okoznak. A további lépés ennek

a felmelegedésnek a hatása a sarki légkörre, melyet már közvetlenebbül lehet a távprognozsis céljaira használni.

A sarkokra befutó korpuszkulák mennyisége bizonyára óriási. Némi következtetést vonhatunk le az egy cm^3 -re eső töltött részecskék számadataira, ha figyelembe vesszük a kanadai radarállomások közléseit, melyek még a 10 cm-es hullámok visszaverődéséről is adtak híreket a sarki fény egyes magasságaiból. Eszerint a sarki fény azon helyein a töltött részecskék számának meg kellett haladnia a 10^{11} -t cm^3 -ként.

Nézzük meg azonban a felettünk elterülő ionoszférarétegeket, vajon egy-egy napkitörés esetén a felettünk levő rétegekben lehet-e akkora energiára számítani, amekkora legalább összehasonlítható egy meteorológiai elem által képviselt energiával? Függetlenül attól, hogy az ionok hőmozgása miatt az ellenkező előjelűek találkoznak és ekkor töltésük megszűnik (ez a rekombináció), az ionizáció alkalmával az ultraviola sugár fotonja ismert mértékű energiát ad át az atomnak, mely energia nem veszhet el, végül is hővé alakul és sugárzás vagy vezetés útján az alsóbb légkör is kap belőle.

Nézzünk meg néhány ismert és lehetséges adatot. Legyen az F rétegben napkitörés esetén a köbcentiméterenkénti ionok száma 10^{10} . Vegyük az ionozó sugár rezgésszámát csak $7 \cdot 10^{14}$ -re. Ekkor egy ionnak adott energia:

$$e = 6,6 \cdot 10^{-27} \cdot 7 \cdot 10^{14}, \text{ kerekben } = 4 \cdot 10^{-12} \text{ erg.}$$

Az egy cm^3 -ben levő ionok összesen tehát

$$e' = 4 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{10} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ erg.}$$

energiát kaptak. Vegyünk figyelembe egy 100 km élű kockát, mely az F rétegben nem mondható nagy terjedelemnek, ebben az összes ionok:

$$E = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{21} = 4 \cdot 10^{19} \text{ erg, illetve}$$

az ergeket kgm -re átszámolva:

$$E = 4 \cdot 10^{11} \text{ kgm}$$

energiát kaptak — másodpercenként! Elképzelhető tehát, hogy az ionoszféra az ultraviola sugárzás megerősödésekor lefelé is tud akkora hőmennyiséget sugározni, mely hatással van az alsó rétegek hőállapotára.

5. Mérési módszerek, mérőeszközök. Már az a körülmény, hogy az ionoszférában ionokban gazdagabb rétegek magasságát és sűrűségét kell megállapítani, egészen más mérési módszereket és mérőeszközöket igényel, mint aminőket a légkör más rétegeiben használnak.

A legújabb módja a felső rétegek mindenirányú kutatásának a rakéták felhasználása, melyek egészen különleges műszereket visznek fel a magasba. Használatuk csak nagy sivatagok, lakatlan területek felett lehetséges és amellet igen költségesek is. Nálunk semmiféleképpen sem jöhetnek számításba. Éppen ezért csakis a nálunk is használható, illetve már bevezetett eljárásokat ismertetem.

a) *Interferenciamódszer.* Egy rádióadó-állomás folyamatosan rövidülő rádióhullámokat bocsát ki. Ezek egyrészt azonnal az adóállomás közelében levő vevőkészülékbe jutnak, másrészt a magasba indulnak és onnan bizonyos idő múlva érkeznek vissza a vevőkészülékbe. Nyilvánvaló, hogy a visszaérkezett rádióhullám még hosszabb hullámhossz, mint a visszaérkezés pillanatában az adókészülékből közvetlenül a vevőbe jutott hullám. A kettő a vevőben összekeveredik és az interferencia következtében füllet is hallható szaporaságú rezgések keletkeznek. A keletkezett rezgések száma annál nagyobb, minél magasabb a visszaverő réteg. A rezgésszámokat pontosan lehet mérni, tehát a magasságot is. Az elv ma is használatos, ilyen módon történik a repülőgépekről a talaj feletti magasság mérése. Appleton még ezzel a módszerrel mért az első kísérletek alkalmával.

b) *Impulzuszódszer.* Lényegét a tengermélységmérések módszeréből vette Breit és Tuve. A mélységmérés úgy történik, hogy a hajó egyik oldalán, a víz alatt elsütnek egy löfegyvert. A robbanás hangjára azért van szükség, mert az elég erős és amellet rövid idejű. A keletkezett hangot a hajó távolabbi részébe elhelyezett mikrofon azonnal felfogja és egy hozzátákapcsolt írószerkezet futó papírszalagon feljegyzi. A tenger vízében ismert sebességgel haladó hang a fenékről visszaverődik, a mikrofon ezt is felfogja, az írószerkezet a papírosra ezt is feljegyzi. A papírszalagon leolvasható az elsütés és a hang visszaérkezése közötti időtartam, ebből pedig kiszámítható a tenger mélysége.

Az ionoszféravizsgálatoknál a löfegyver hangját egy erős rádióállomás igen rövid ideig tartó hullámlökése helyettesíti. Ezt a lökést az adó mellé helyezett vevőkészülék azonnal felfogja, majd a felső rétegekről visszavert hullám is bejut a vevőkészülékbe. Itt azonban a rádióhullámok nagy sebessége miatt nem lehet közönséges írókészüléket alkalmazni, az írást gyorsan futó katódsugárral végeztetik, amely egy ernyőn hágy nyomot.

A hullámok lökéseit gyakran ismételtetik, így az ernyőn a lökés eredeti, majd kissé távolabb a visszajött jele folyamatosan látszik, mint egy álló mozikép. Ezt aztán fel

lehet használni közvetlen mérésre vagy fényképezésre. Így lehet megállapítani a rétegek magasságait.

Az adóállomás hullámhosszát — miközben a rövid lökéseket leadja — folyton rövidítjük. Amikor elérkezik ahhoz a hullámhosszhoz, amelyet még visszavert valamely réteg, de amelynél rövidebb hullám már jött vissza, megkaptuk a *függőleges visszaverődéshez tartozó határhullámhosszat*. Ebből számítás útján lehet meghatározni a híradó állomások számára szükséges határhullámokat.

d) *A Magyarországon eddig használt kísérleti kutatóberendezés*. A berendezés nagyrészt házi készítmény, a kívánalmak és a fejlődés szerint állandóan változtatgattunk rajta. Jelenleg a kiadott lökések erőssége maximálisan egy kilowatt, a lökések időtartama 200—400 milliomed másodperc, melyeket sekudumonként 50-szer ismétlünk. Mind az adó-, mind a vevőkészülékünk 150-től 30 m-ig terjedő hullámsáv (azaz 2—10 mc/s frekvenciák) kisugárzására, illetve vételére alkalmas.

Vevőkészülékünk oly érzékeny, hogy még az 500 km magasságból visszajövő, tehát 1000 km-t megtett hullámokat is felfogja, bár azok csak a fenti gyenge energiával indulhatnak. Antennánk a függőleges irányba szórja legerősebben a hullámokat, de, sajnos, rövid ahhoz, hogy a 150 m körüli hullámok szórására is eléggé alkalmas legyen.

A kiadott és visszajött jelek megfigyelését és mérését gyári katódsugárcsillószkópon végezzük, a jeleket le is fényképezzük, hogy a mérési adatokat pontosabban kiértékelhessük. A magasság megállapításánál szükség van arra is, hogy az oszcilloszkópon ismerjük a katódsugár futási sebességét. Ennek elérésére egy hanggenerátor segítségével 1000 rezgésszámú hullámot bocsátunk a katódsugár oszcilloszkópra. Ennek egy hulláma nyilván egy ezred másodperc, mely idő alatt a rádióhullám éppen 300 km-es utat tesz meg, tehát felfelé és vissza is 150 kilométert. Az 1000 rezgésszámot jelentő szinuszalakú jeleket szintén fényképezzük és így pontos léptékünk van a 150 km-re. Ezekből az adatokból könnyen számíthatjuk az összes többi távolságot.

e) *A készülő modern berendezés*. Nemsokára üzembe helyezzük a már majdnem teljesen elkészült új berendezést, mely automatizálja is a méréseket és így lerövidíti az egyes mérések időtartamát percekre.

6. Eddigi mérési eredmények. A kísérleti vizsgáló berendezést 1954 januárjában üzembe helyeztük, adatokat azonban nem hoztunk nyilvánosságra, mert ez a teljesen új mérési módszer és műszer tanulást kívánt mind a kezelés, mind a kiértékelés szempontjából, mi pedig igyekeztünk minél nagyobb pontosságot is elérni. Tulajdonképpen már elfogadható adataink lennének április hónaptól kezdve, de filmhiány miatt mégsem lehetett az adatok hivatalos kiadására gondolni. Július elsejétől azonban — amennyire ezt egy kísérleti berendezés megengedi — teljes, majdnem 24 órás üzemben végeztünk méréseket. A készülék hibája miatt eddig csupán egy-két nap maradt el a mérés. Eredményeink a következők:

a) Mérjük az »E«, »F₁« és »F₂« rétegek magasságait, továbbá az »F₂« réteg határhullámhosszát, melyet a kívánt módon milliórezgésekben, »megaciklusok«-ban (Mc/s) adunk meg. Ezeket az adatokat 10 naponként megjelenő kiadványban hozzuk nyilvánosságra, mely kiadvány az Intézet napijelentésének mellékleteként kapható. Felhasználják a Meteorológiai Intézet osztályain kívül: Balneológiai Kutató Intézet, Csillagvizsgáló Intézet, Egyetemi Légekörtani Intézet, Egyetemi Meteorológia Debrecen, Egyetemi Meteorológia Szeged, Geofizikai Intézet, Haditechnikai Intézet, Postaügyi Minisztérium, Postakísérleti Állomás.

b) Feldolgoztuk a határfrekvenciák óraértékeit és napi meneteit.

7. További kutatási tervek. A nemsokára elkészülő modern berendezéssel valószínűleg kimutathatunk kisebb naptevékenységi, illetve időjárási hatásokat is. Másrészt a rövid időtartamú mérés lehetővé teszi, hogy a nap minden órájában végezzünk méréseket, tehát több adatunk is lesz. Ezenkívül a jelek nagyságából következtetni tudunk a légkör hullámelnyelő képességére (abszorpciójára) is. A stabil feszültségekkel dolgozó adókészülékünk a jelek hosszának pillanatnyi változásából következtetni enged a magasban levő szél fennállására, erősséget és irányt azonban ezzel a készülékkel még nem tudunk megállapítani. Egyéni tanácsadás formájában megpróbáljuk a rövidhullámú amatőrök számára a hullámterjedési prognózisok készítését, hogy ezzel némi előgyakorlatot szerzhessünk későbbre.

8. Napsugárzás-mérések tervei. Ismeretes, hogy a Nap igen széles spektrumát bocsátja ki az elektromágneses hullámoknak. Ezekből bennünket elsősorban az ultra-viola, másodsorban az általános sugárzás érdekel. Egyrészt megkezdettük, másrészt rövidesen elkezdjük az alábbi méréseket:

a) Az »E« réteg nappali határfrekvencia-változásait figyeljük. Ennek a rétegnek a határhullámhossza ugyanis igen egyszerű összefüggés szerint változik a Nap ultraviola sugárzásának erősségével. Ezt az összefüggést alaposabban megvizsgáljuk, a talajmenti

mérésekkel összehasonlítjuk, és hacsak lehet, felhasználjuk az ultraviola sugárzás nappali menetének megállapítására akkor is, amikor borultság vagy egyéb ok miatt a talajmenti méréseket nem lehet elvégezni.

b) A nappól jövő kisebb-nagyobb hullámhosszú rádiósugárzások szintén jellemzőek a napfolt tevékenységre. Ezek segítségével éppen úgy, vagy talán még biztosabban következtethetünk a foltokra, illetve egyéb kitérésekre, mint a vizuális megfigyelésekkel, melyeket azonban szintén nem lehet minden napra biztosítani. A hozzávaló készüléket már készítik az osztály tagjai.

II. Légköri elektromosság a troposzférában

Az alacsony légrétegek villamosság-tartalma ma már inkább ismertnek mondható a meteorológusok nagyobb része előtt. Itt tehát részletesen nem ismertetem az elemeket, hanem csak utalok arra, hogy megkülönböztetünk légköri feszültséget és tértöltést, mely utóbbi alatt a légkör egyes alsóbb részeiben elhelyezkedő iontömegeket értjük. Mind a feszültségnek, mind pedig a tértöltésnek van szintén napi és évi menete, melyet igen gyakran megzavar az időjárás különböző alakulása. A menetekről és a zavarokról már több cikk jelent meg az Időjárásban, tehát ezek ismertetése is fölösleges.

Úgy gondolom azonban, hogy röviden rá kell mutatnom a légköri elektromosság meneteinek újabb magyarázatára, melyet *Izrael* ismertetett.

Szerinte az Egyenlítő környékén és másutt is lezajló zivatarok melléktermékeként nagy mennyiségű pozitív és negatív ion marad a légkörben. Ezek a térerősség iránya szerint a földfelszínre, illetve a magasba igyekeznek. A pozitívak a zivatarok helyén, rövidebb-hosszabb idő alatt a földfelszínre érnek, a negatívak ellenben nagyobb magasságba, egy ún. »kiegyenlítő réteg«-be jutnak. Ebben a rétegben szerteszóródnak a Föld felülete felett. Elsősorban az ionoszférából a Föld felé igyekező pozitív töltéseket kibővíti, másrészt maguk is réteget alkotnak. Innen is táplálódik az ionoszféra néhány alsóbb rétege.

A feszültség kialakulását egy »ellenállás-légozlop« — mely tulajdonképpen az egész légkör az ionoszféra és a talaj között — szabályozza. A légkör az elközelítés szerint felosztható sok ilyen ellenállásoszlopra, melyeknek feszültségét az egyes magasságokban a függőlegesen lefelé irányuló töltések árama, az egyéb okokból a légozlopba került ionok (pl. a földi vagy máshonnan jövő rádióaktív sugárzás, a napsugárzás, mesterséges sugárzások stb. által okozott ionizáció), továbbá az időjárás által az illető helyre szállított légköri vendéganyagok szabályozzák. A tengereken és a magas hegyeken kapott (igen szabályos) menetek azért lehetségesek, mert ott csak a függőleges töltésáramlás az uralkodó tényező.

A légköri elektromosság tehát az egyenlítőtől kiindulva a sarkok felé mintegy köráramot fut be, ennek a köráramnak a mozgatója, a motorja az egyenlítői zivatarok állandó villámlásaiból keletkező ionok tömege.

1. Régebbi hazai mérések. A legelső légkör elektromos adatait kb. 40 évvel ezelőtt már mérték hazánkban. Később a Meteorológiai Intézetben, majd az ógyallai obszervatóriumban történtek mérések, utóbbiak a hivatalos kiadványokban is megjelentek.

2. Újabb mérések tervei. A közeli hónapokban várunk külföldről egy ionszámlálót, melynek segítségével tudunk majd ionspektrumot és ionsűrűséget mérni a talajközben. Ezzel a műszerrel az obszervatóriumban kívánunk állandó jellegű méréseket bevezetni, egy később, a jövő évben beszerzendő műszer pedig arra szolgálna, hogy egyes kívánt helyeken végezzünk vele hasonló méréseket. A feszültségmérésére szintén műszert várunk, ha azonban erre rövid idő alatt nem számíthatunk, házi gyártmányú készülékkel kezdjük el a méréseket.

3. A talajmenti légköri elektromosság adatainak felhasználása. A fenti készülékekkel nyert adatokat elsősorban orvosmeteorológiai és biológiai kutatások elősegítésére szánjuk, amellel különösen zivatar kutatás szempontjából meteorológiai felhasználásuk is szükséges lesz.

III. A kutatásokkal kapcsolatos operatív munkák

Az eddigiekből valószínűen kiérezhető, hogy a bevezetett légköri elektromos mérések állandó fejlődésben vannak, ennek megfelelően az operatív munka is folyton változik, mindig több a követelmény, különösen a mért adatok feldolgozása terén. A rendelkezésre álló munkaerők gazdaságosabb igénybevétele érdekében a sugárzás és a légköri elektromosság méréseire közös kutató osztály alakult. November elsejétől kezdve az osztály tagjai kevesebb 24 órás szolgálatot tartanak és a megmaradó munkaidőt a feldolgozások és a műszerkészítések előmozdítására szánják. Csak így lesz lehetséges a már eddig észlelt nagy mennyiségű adat tudományos feldolgozása és a fentebb említett tervek véghezvitele.

Az éghajlat fogalmáról

Az éghajlat fogalmának meghatározása a múltban és a jelenben igen sok vitára ad okot. Véleményem szerint ezek a viták fázisban előre vitték ugyan a fogalom megismerését, de eredményre nem vezettek. Ennek oka abban rejlik, hogy szerzők nem a *klíma* általános fogalmát nyújtották. Legtöbbször az éghajlat fogalma adott területhez kötötten kerül a meghatározásokba. Mindehhez még hozzájárul az, hogy a klimatológiai feldolgozás methodikája is tükröződik ezekben a definíciókban, pl. »évek hosszú sorozata«, »időjárási rendszer«. Ez utóbbi egyben bizonyíték arra, hogy az *éghajlat* fogalmát a makroklimatológiának sajátították ki a szerzők. (Ez a gondolatmenet rokon Jezsov A. A.: *A klimatológiáról* című tanulmányában találtakkal.)

A Földet körülvevő megszakítatlan levegőburok hatalmas fizikai folyamatok színtere. A Föld különböző térségeiben ezek a folyamatok különbözők lehetnek, de egymással összefüggésben vannak, tehát a levegőburokban komplexegységben jelentkeznek. A levegőburok teljességében, állandóan végbemenő fizikai folyamatok képzik a klímát.

Az éghajlatot kialakító tényezők: a Föld, a napsugárzás és a levegőburok. A Föld — mint sugárzást felfogó felület — tengelykörüli forgása és napkörüli keringése kapcsán különböző helyzetbe kerül a napsugárzáshoz képest. Ennek eredménye, hogy a levegőburokban lejátszódó fizikai folyamatokban periódusosság, ritmusosság következik be (napi és évi ritmus). A Nap felületi sugárzási intenzitásának változása, a Hold, a Naprendszer vándorlása, a precesszió és nutáció mind lehetőséget biztosít a légkörben végbemenő fizikai változások periódusosságára. A földfelület különböző anyagi összetételétől, aspectusától függően: az őket ért napenergiával különbözőképpen gazdálkodnak, tehát különbözőképpen melegítik a légtömeget; csökkentik, vagy fokozzák áramlását; változtatják meg anyagi összetételét (szennyező anyagok, vízgőz).

Mindezek a légkörben lebonyolódó folyamatok összekapcsolódása gazdag változatot idéz elő, amelyekben a ritmusosság, a periódusosság, a földfelszíntől való környezeti hatás a levegőburok fizikai jelenségeit jellegzetessé teszik.

Az éghajlat fogalmának meghatározásánál a klasszikus klimatológiai feldolgozás tükröződését el kell kerülni, az éghajlat definícióját nem kívánatos a determináló tényezőkkel jellemezni, de az éghajlatot mint *jelenséget* kell felfognunk.

Az éghajlat a levegőburok ritmusos, periódusos, környezetétől függő állapotváltozásainak folyamata.

Az éghajlatnak ebből a meghatározásából következik, hogy ha megváltozik vagy a ritmus, vagy a periódus, vagy a környezet, megváltozik a klíma. De egyben ebből a meghatározásból következik az is, hogy a Föld felületének azokon a területein, ahol különbözik a napi és évi ritmus, ahol különbözik a periódusosság, ahol különbözik a környezet (tehát a táj), a levegőburokban lebonyolódó fizikai folyamatok különböznek egymástól.

De következik ebből a meghatározásból az is, hogy a földfelszíntől távolodva a környezeti hatások fokozatosan csökkennek, tehát az éghajlat jellegzetessége ennek megfelelően változik.

A ritmus, a periódus, a környezet (a táj) különbözőségei következtében bekövetkező területi jellegzetességek alapján kell megteremteni az *éghajlat területi rendszerét, területi rendszertanát*.

A felszíntől való távolsággal változó éghajlati jellegzetesség alapján a *klíma vertikális rendszerét ismerjük fel*. Ennek általános tartományai: szubsztrátum-klíma, mikroklíma, helyi klíma, mezoklíma, makroklíma, globális klíma. (Wagner vitaindító előadása a Bioklimatológiai Bizottság 1954. VI. 29-i ülésén.)

Az *éghajlat*, mint általános fogalom, az egész légburokra vonatkozik. Ennek a területi rendszerben való szétválasztása, mint minden szisztematika, a megismerést szolgálja csupán. Beszélhetünk *különböző szerzők rendszertana* szerint *különböző klímaterületekről*, ezek azonban nem függetlenek egymástól és egységet alkotnak, a rendszertanilag szétválasztott klímaterületek involválják egymást.

A klíma vertikális rendszertana a kutatás, a megismerés methodikáját szolgálja szintén. Ebben a rendszerben a felszín, a szubsztrátum hatásfoka alapján szétválasztott, különbözőképpen megnevezett klímák egy egységben vannak, egymás nélkül nem léteznek. Tehát a klímának csupán rendszertanilag elkülönített részei.

Az *éghajlat nem fiktív fogalom*, hanem a levegőburok többszörösen összetett, anyagi valójából, elhelyezkedéséből következő folytonos jelenség. A jelenség tartalma a légkör létének időszaka. Az *éghajlat* a légkör kialakulásával kezdődött és befejeződik a levegőburok megszűnésével. A légkör létezése alatt azonban a légkör anyagi összetétele, a ritmusosság, a periódusosság, a környezet (a táj) is változott. Ezek a változások az éghajlatnak különböző jellegzetességet adtak és adnak, ennek megfelelően más jellegű folyamatok alkották az éghajlatot. Ha ilyen különböző időszakokat hasonlítunk össze, akkor beszélünk *éghajlatváltozásokról, éghajlatingadozásokról*. Ezek azonban gyakorlatilag észrevehetetlenül bonyolódnak le, mint pl. maga a hegyképződés, amely szükség szerűen éghajlatváltozáshoz vezet.

Az ún. évhajlatváltozás, az éghajlatingadozás fogalma alá eső folyamatok állandóan tartanak, bár ennek megfigyelése objektív keretek között meggyőzően nem oldható meg. Tehát a geológiai korok éghajlata beletartozik a levegőburok állapotváltozásainak folyamatába, ha az egyes korokban annak jellegzetessége különbözött is egymástól, éppen mert vagy a ritmus, vagy a periódus, vagy a környezet, esetleg mind a három megváltozott.

Tehát beszélhetünk egy-egy geológiai időszak éghajlatáról, mint a légkör állapotváltozásai folyamatának egy hosszú *jellegetes szakaszáról*.

Beszélhetünk a makro-, mezo- és mikroklímáról mint a levegőburok egy-egy tér-részében lebonyolódó *állapotváltozások jellegetes folyamatáról*. A mikroklíma azonban nem független a mezo- és makroklímától, mint ahogyan makroklíma sincsen mezo- és mikroklíma nélkül; vagyis a légkör teljes vertikális keresztmetszetében hézagtalanul összefügg.

Az éghajlat területi rendszertanában szétválasztott klímaterületeken más lehet a légkör állapotváltozásainak ritmusa, esetleg periódusa és a környezeti függősége. Ennek megfelelően más lesz a folyamatok *jellegetessége*, de mégis része marad az egész légóceánnak, annak *állapotváltozásainak részese és egyben előidézője*. A levegőburok állapotváltozásai folyamatának ismerete nélkül nem ismerhető meg a táj éghajlata sem, de jellegzetességei, jellemzői alapján beszélhetünk valamelyik terület (táj) éghajlatáról.

A klíma általános fogalmát alkalmazhatjuk egy-egy terület, egy-egy táj, egy-egy térség éghajlati vonatkozásában is. Pl.:

Egy táj éghajlata a levegőburok ritmikus, periódusos, környezetétől függő, a tájtértségben történő állapotváltozásainak folyamata.

Vagy:

A mikroklíma a levegőburok ritmikus, periódusos, környezetétől függő, állapotváltozásainak a szubsztrátum közvetlen hatása alatt levő légrétegben történő folyamat.

A mikroklíma meghatározásában helyesebb lenne a szubsztrátum feletti magasságot a szubsztrátum hatásfokával kifejezni, mert a szubsztrátum változása a mikroklíma jellegzetességének megváltozását involválja.

A klíma meghatározása történhet más szempontból is. Kifejezhető annak létrehozó tényezőivel, amire a Táj és légkör című tanulmányomban (Időjárás 1953.) kísérletet is tettem.

Berkes Zoltán:

Az éghajlat fogalmának meghatározásáról

Ez a kérdés az utolsó évtizedben, mondhatni világszerte foglalkoztatta a meteorológusokat. A Szovjetunióban ezzel kapcsolatban többéves vita folyt. A Magyar Meteorológiai Társaság a kérdéstről 1951. október 8-án vitaülést rendezett, amelyen a bevezető előadást *Bacsó Nándor* tartotta. Előadása során ismertette azt, a talán túlsok fajta meghatározást, amely az utolsó 100 év folyamán napvilágot látott. Ezeknek lényege azonban abban foglalható össze, hogy az éghajlat az időjárásoknak valamiféle *együttese*, illetve átlaga.

Véleményünk szerint azonban e meghatározások logikai és fizikai szempontból is kifogásolhatók, mert az *éghajlat nem lehet azonos az időjárásoknak semmiféle együttesével!* Azt u. i. beláthatjuk, hogy amikor éghajlatról beszélünk, akkor mindig arra a valamire gondolunk, *ami* meghatározza az illető területen létrejövő időjárási folyamatokat! Az időjárás u. i. a levegő fizikai állapotának folyamatos változása. Az állapot változását azonban a levegőn kívülálló tényezők kormányozzák (sugárzás, advekción). Természetesen a változások a levegő saját dinamikai törvényszerűségei szerint mennek végbe. Az időjárás azonban valamely helyen nem alakulhat akárhogyan (pl. teljesen a véletlen törvényei szerint). Nálunk pl. nem lehet 50 fok meleg, de hideg sem. Ezt nyilván az okozza, hogy a kormányzó tényezők (az ún. éghajlati tényezők) bizonyos medret szabnak az időjárás alakulásának. E gondolatot tovább fejlesztve alkottuk meg új éghajlat-fogalmunkat: *éghajlat a fizikai-földrajzi (ha tetszik: geofizikai) hatótényezők azon összessége (geofizikai expozíció), amely a kérdéses terület lehetséges időjárás-alakulását megszabja.* (Ezt a meghatározást lényegében már az említett vitaülésen előterjesztettem. Lásd *Időjárás*, 1951. évf: 371. o.)

A hatótényezők alatt tulajdonképpen az ún. *éghajlati tényezők* értendők. Ekkor viszont látszólag azonosságot fejezzen ki új meghatározásunk (éghajlat az éghajlati tényezők összessége), ennek azonban így is kell lennie, mert *valami mindig a részeiből tevődik össze*, mégha minőségileg több is annál.

A geofizikai hatótényezők a következők: 1. sugárzási viszonyok, 2. földfelszíni (táj-) hatások, 3. az általános légkörzés, vagyis az advekción, 4. a levegő összetétele, 5. a Föld belső hője. Ez utóbbi tényezőt ma már elhanyagolhat-

juk, mert 0,1 foknál kisebb mennyiséggel járul az évi középhőmérséklet nagyságához. A 4. tényezőt általában nem szokás emlegetni, véleményünk szerint azonban lényeges a kiemelése, mert pl. a széndioxid mennyiségének változásán keresztül éghajlatingadozási tényező is lehet. Az 1. tényezőnél főként a be- és kisugárzási viszonyok jönnek szóba, a szoláris éghajlat értelmében. A 2. tényezőnél főként talajminőségi és domborzati befolyások (tájhatások) értendők. A 3. tényező esetében a távolabbi tájhatások érvényesüléséről van szó.

Új meghatározásunk indokolásául még egy történeti mozzanatot is említhetünk. A *klima* szó eredeti értelme *elhajlást*, vagyis lényegében földrajzi szélességet (sugárzási viszonyokat) jelentett. A Földközi tenger térségében a földrajzi szélesség tényleg elsődrendű éghajlati tényező, azonban *Arisztotelész* idejében az advektív- és tájhatásokat még nem vehették tekintetbe. Ennek ellenére nyilvánvaló, hogy a *klima* szó eredeti értelme is arra a *valamire* utal, *ami* az időjárást kialakítja.

A felsorolt hatótényezők mindegyike változásoknak van alávetve. A sugárzási viszonyok a naptevékenység, illetőleg a levegő-összetétel változásai következtében ingadozhatnak. Ugyanezen okok miatt változhat az advektív tényező nagysága, vagyis az általános légkörzés erőssége. A tájhatások esetében állhatnak elő a leggyorsabb és legváltozatosabb földfelszíni változások és itt kap szerepet az ember táj- és éghajlat-befolyásoló ténykedése is. *Éppen ez utóbbin keresztül láthatjuk be leginkább, hogy az éghajlati tényezők, tehát az éghajlat megváltoztatása alakítja ki az új, kedvezőbb időjárást.* Meg kell még jegyezni, hogy valamely terület éghajlatának meghatározása mindenkor az ott lefolyt időjárások összességével, együttesével lesz csak lehetséges, *vagyis érvényes az, hogy az éghajlat a lefolyt időjárások együttesével jellemezhető.* Elvileg azonban előre is kiszámítható lenne! Hozzá kell azonban ehhez tennünk, hogy csak olyan időtartamon belül, ameddig a geofizikai tényezők lényegesebb változást nem szenvedhettek (esetleg éppen időjárási okokból). Ilyen hatások következtében ugyanis magának a helynek a fogalma is értelmét veszítheti (pl. hegyképződés). Új fogalmunk tehát magában foglalja az éghajlat-ingadozások lehetőségét, sőt szükségyszerűségét. (Lényegében pl. már egy fa kivágása vagy elültetése is megváltoztatja — persze végtelen kis mértékben — a 2. számú éghajlati tényezőt.) Világos tehát, hogy az időtartam végtelenségéről sem lehet szó. A geofizikai expozíció megjelölés magában foglalja az éghajlat változását, ingadozását, mert nem örökre rögzített valami, hanem az éghajlati tényezők változásával együtt változik, tehát *folymat*, amely magában foglalja a ritmusságot (évi, napi stb. járást) is.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az éghajlat — mint a fizikai-földrajzi tényezők együttese — *megszabja* az időjárás alakulását (rendjét, rendszerét) valamely helyen, viszont az éghajlatot a lefolyt időjárások együttesével *jellemezzük*, de azzal sem logikai, sem fizikai értelemben nem azonosítható. Az új meghatározás a makro-, mezo- és mikroklimára *egyaránt* alkalmazható.

Felhívás a Meteorológiai Társaság Tagjaihoz!

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

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

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

TITKÁRSÁG

Hille Alfréd:

A forgalmi repülés időjárási biztonsági szolgálata *

* Az Országos Meteorológiai Intézet repüléssel foglalkozó tagozata a nemzetgazdaság egyik igen fontos területének a szükségleteit hivatott ellátni, e mellett a nemzetközi légiforgalom igényeit is ki kell elégítenie. A repülés katonai alkalmazásától eltekintve a gyorsabb ütemű életformának, a beláthatatlan fejlődésű technikának legutóbb kifejlesztett közlekedési eszköze, melynek működési diagrammjai, akár a szállított személyek számát, akár a teherárut tekintjük, a magasba ivelnek. Egy év alatt több ezer járat több tízezer szállított személlyel közlekedik a magyar légtérben. Ennek a nagy számnak a túlnyomó része a magyar belföldi forgalomra esik, melyet a Szovjetunió segítségével a szocialista építés fejlesztett ki hazánkban.

A repülés időjárási biztonságáról való gondoskodás, mely emberi életek és nagyértékű vagyontárgyak közvetlen megőrzését szolgálja, a legélesebb felelősségű meteorológiai ténykedés. Nyilvánvaló, hogy működését a forgalmi szervek, az állami ellenőrzés, a biztosító társaságok a legéberebben figyelik és bírálják, mert a forgalmi zavarok vagy balesetek többségénél az időjárás előidéző, illetve súlyosbító körülményként játszik közre.

Az Intézet repüléssel foglalkozó szervezete két osztályból áll: a vidéki repülési osztályból és a budapesti repülési osztályból. A két osztály működése a légszorosabbban összehasonlítva, működés közben egy egészet képeznek. A két osztály összefogását egyelőre az időjárási főosztály biztosítja. A vidéki repülési osztály az időjárási főosztály-vezető közvetlen vezetési és gondoskodási körébe tartozik.

A két repülési osztály feladatát a személyeknek, a nagyértékű rakományoknak, a tekintélyes népvagyont jelentő gépeknek időjárási biztonsága feletti őrködés nem meríti ki, mert másodsorban fontos szerepet kap működésüknél a forgalom rendszerességének és gazdaságosságának a támogatása is. A helyesebb időpont, a kedvezőbb útvonal, az előnyösebb magasság elősegíti az energiával való takarékoskodást és a hasznos súly növelését.

A vidéki repülési osztály munkája. A vidéki repülési osztály 11 forgalmi repülőter időjelző állomásának hálózatából áll, melyek mindegyikén 3 fő szakképzett meteorológiai észlelő (technikus) teljesít állandó — éjjel-nappali — szolgálatot 24 órás váltással.

Mint az időjárási szolgálat jelentőállomásainál szokásos, munkájuk műszerkezeléssel és műszerápolással kezdődik. Természetesen minden műszert gondosan kell kezelni, de egyik-másiknál a rendbentartás nehezebb feladat, mint a többinél. Ilyen pl. a repülés szempontjából igen fontos széliró. Ezzel a műszerrel kapcsolatban az ellenőrző állomáslátogatás fokozott fontosságú. Lényeges, hogy az ellenőrző a kellő tájékozottság mellett kellő idővel is rendelkezék, hogy a felmerülő hibákat alaposan ki tudja vizsgálni. Az úti-terveket rugalmasan kell megalkotni, hogy az állomáslátogatás közben felmerülő szükségletekhez alkalmazkodni tudjanak.

A műszerkezelés után a repülőterek időjelző személyzetének további fontos feladata az észlelések (mérések) végzése. Ezek két csoportra oszlanak: talajmentiekre és magasságiakra. A talajmentiek közül meg kell emlékezni a látásészlelésekről és a felhőmagasság észleléséről, mint a légiforgalommal kapcsolatban két légfontosabb légkörtani elemről.

A látásészlelések pontossága kis² (2–3 km) távolságig az összes repülőterekre vonatkozólag közel homogén, mert távolsági támpontok elég szép számmal vannak. Az egyöntetűség azonban nagyobb távolságokon (3 km-en) túl fokozatosan megszűnik, mert az alföldi repülőtereken a pontos távolság-bebecslés lehetőségei nagyon megritkulnak. Aránylag hiányosak az éjjeli látásbecslések, mert a fénypontok mennyisége általában csekély, az ismert távolságú fénypontoké pedig egész kevés. Az irányú törekvésünk, hogy a fénypontokat fényerősség szempontjából nyilvántartsuk és a látási távolság megállapításánál a fényerőt is tekintetbe vegyük, még nem járt kellő eredménnyel.

A felhőmagasságot a vidéki repülési osztály állomásain éjjel felhőfényzóróval, nappal kis léggömbökkel mérik. Az éjjeli méréseknél vagy a fényzóró van 100–150 m távolságban felállítva, vagy pedig — ha a fényzóró az állomás mellett van — az észlelő megy el ugyanilyen távolságra, hogy a fényfelvetődés magassági szögét lemérje.

*) Részletek az Orsz. Meteorológiai Intézet Tudományos Tanácsának 1954. november 16-i ülésén elhangzott előadásából.

A nappali felhőmagasságmérések a repülőgépek leszállási körülményeinél a felhőmagasságra vonatkozó megkötöttségek miatt különösen fontosak. Ez az elem néha, pl. finom csapadék megindulása vagy megszűnése esetében (lehet, hogy a csapadék nem is éri el a földet), igen gyorsan változik. A forgalmi vezetőség részéről felmerülő pontos tájékoztatási igény szükségessé teszi az ismételt mérést, ami az időjelzőnél többször egyéb tennivalóival ütközésre vezet. Több helyen távol van a léggömbtöltő helyiség. Különösen kérdéses könnyű csapadék-hulláskor a mérés. Egyesek véleménye szerint a mérés kivitelezhető a gyakorlat számára elfogadhatóan, legfeljebb a talált értéket kell csökkenteni bizonyos hányaddal. Foszlányos felhőzetnél a mérés eredménye kétes, mert a léggömb a foszlányok között a felhőalagnál magasabbra mehet fel eltűnés nélkül.

Magassági szélmerések jelenleg hét repülőtéren folynak. A mérések nagyobb részét egy személy végzi, ami elismerést érdemlő teljesítmény. A mérések a magyar medence magassági áramlásainak tudományos kutatásához kiadós anyagot szolgáltatnak. Gyakorlati szempontból adataik nélkülözhetetlenek a repülési időtartamok, érkezési időpontok, találkozási helyek pontosabb kiszámításánál.

Olyan repülőtereknél, amelyeken leszálló pálya van, vagy amelyek a repülőter alakja miatt leszállások szempontjából bizonyos megkötöttséggel bírnak, az oldalszél melletti leszállások a szél irányától függően igen szigorú sebességi határokhoz vannak kötve. A leszállási pálya mentén nagyobb forgalmi gépek számára a megengedett szélesség 90 km/h (lökéseken mérve), míg teljes oldalirányú szélnél 18–20 km/h. Ebből is látható, hogy milyen pontosan kell ismerni a szélirányt és szélességet. A leszálláshoz megengedett szélességek a széliránytól függően 10 fokról 10 fokra vannak megadva. Ugyanazon sebesség pl. a repülőter lezárását vagy nyitva hagyását eredményezheti attól függően, hogy a szélzászlóval 340 vagy 350 fokról fúvó széllet állapítanak-e meg. Ha nincs pontos széliró, ez igen kényes feladat a szélzászlók állandó ingadozása következtében.

Az észlelések és mérések elvégzése a jelentőtevékenység alapja. A jelentések rendszeresek és alkalomszerűek. Rendszeresek a *Synop*-, *Aero*-, *Pilot*-jelentések, alkalomszerűek a *veszélyjelentések*. A jelentések összeállítása feltételezi a vonatkozó jelkölcsök pontos ismeretét. Hogy utóbbi ébren tartjuk, a ferihegyi időjelző állomás összeállítja a hibás vagy hibásnak vélt jelentési adatokat és ezeket »Hibajegyzék« formájában közöljük az állomásokkal. Ott a rádiótávírázókkal közösen ellenőrzik, hogy továbbítási hiba esete forog-e fenn vagy a jelentés összeállítása volt-e hibás. A jelentések nagy mennyiségéhez képest a hibák abszolút száma igen csekély. Nagyobb részük közvetítésből ered, ami légköri zavarok esetében nem meglepő, de az időjelző szolgálat szempontjából zavaró. A hibajegyzékeknek az az előnye is megvan, hogy ráirányítja a figyelmet egyes nem tisztázott kérdésekre a jelentések összeállításánál.

A jelentések időbeli sűrűsége szempontjából feltűnő a légiforgalom igénye a minél gyakoribb jelentésekre (fólorá). A központi repülőter időjelző állomása részére ugyanis a legnyilvánvalóbb feladatok nélkülözhetetlenek különösen akkor, ha a látás vagy felhőmagasság értéke a kritikus határ közelében (pl. 100 m táján) ingadozik. Várakozó gépek utasokkal telve saját terveik teljesítése érdekében nem várhatnak nagyobb ideig anélkül, hogy a tényleges időfejlődés ismerete az időjelzőnek rendelkezésére ne álljon.

A pilotjelentések időpontjainál, mint a méréseknél is, az a követelmény merül fel, hogy lehetőleg azonos időpontban történjenek, hogy a szinoptikus magaslégtörési ábrázolás lehetővé váljék, — de a menetrendhez is igazodjanak, hogy induló gépek friss adatokkal legyenek elláthatók. Többször nem lehet mindkét követelményt összeegyeztetni. Pedig egy harmadik körülmény is felmerül, mégpedig az, hogy egyéb dolgai mellett ráér-e az időjelző pilotmérést csinálni. Vegyük azt, hogy pl. Miskolcnak nyáron nyolc közeledő és nyolc távolodó gépe volt. Bizonyos ideig — ameddig visszatérhet — a távolodó gép is lefoglalja az időjelzőt.

A vidéki repülési osztály eddig ismertetett munkáján épül fel az állomásoknak a repülés biztonságával *közvetlenül* összefüggő tevékenysége: a repülés kiszolgálása. Ennek mozzanatai közé tartozik:

1. a repülési időlap kiállítása induló gépek számára,
2. a repülési időlap kiegészítése átmenő vagy forduló gépek részére,
3. a repülőtervezetők tájékoztatása,
4. fokozott meteorológiai vigyázás géperkezés előtt és gépindulás után.

1–2. A repülési időlap kiállításához az időjelzőnek saját mért adatain kívül be kell szereznie a legközelebbi célrepülőter jelentését és lehetőleg magassági széljelentését. Minthogy előrejelzést a vidéki repülőter időjelző állomások nem adhatnak, a ferihegyi központi repülőter időjelző állomása látja el a vidéki indító állomásokat időjárásai előrejelzéssel. Ez úgynevezett *Armet*-táviratok formájában történik, ami lehetővé teszi ad arra, hogy a központ tetszés szerint az egész ország vagy különböző irányban megosztott fél-ország vagy negyed-ország, vagy 26 kis kocka-terület időjárását külön-külön jelezze, rendszerint hat óra tartamára.

3. A repülőtervezetők tájékoztatása pontos adatokkal a repülési időjelző szolgálatnak szintén lényeges feladata. A repülőtervezetőknek fontos döntéseket kell hozniuk a repülés biztonsága szempontjából. Kedvezőtlen időfejlődés esetében minden változást közölnünk kell velük, hogy végső döntésük az előzmények által megalapozott legyen és ne akkor értesüljenek először leszállást gátló időkörülményekről, amikor azonnal intézkedniük kell. Ez a szükségszerű együttműködés bizonyos összehangoltságot kíván meg az időjelző és a repülőter vezetője között, amelyre igen nagy súlyt helyezünk és amely általában kielégítő mértékben meg is van. Ahol véletlenül lazul, igyekeznünk haladéktalanul helyreállítani, mielőtt baj származhatnék belőle.

4. A géperkezés előtti és indulás utáni meteorológiai vigyázás azt a feladatot rója az időjelzőre, hogy érkező gépnél a repülőtervezetőn keresztül vagy szükség esetében rajta kívül értesítse a gépet a fennálló időhelyzetről vagy annak a gépet érdeklő változásáról. A közlés kezdeményezése sokszor a géptől indul ki, mely felvilágosítást kér időképről, felhőzetről, látásról, szélről vagy mindezekről egyszerre, összesített formában. A közlések általában *Q*-betűvel kezdődő három betűből álló rövidítéseket használnak a fogalmak megjelölésére (*Q*-kódex). A legfontosabb közlés közülük — mint ismeretes — a *QBI* és *QGO*, a rádió nélküli és rádiós gépek leszállási tilalmáról szóló közlés. Ezeknek időkörülményei beállítását gépváraskor vagy közvetlen indulás után az időjelzőnek úgyszólván percekkel sem szabad szem előtt tévesztenie, mert a gép 5 perc alatt 20 km-ről befut és leszáll — esetleg tilos körülmények között. Ilyenkor egy véletlen baleset nagyon súlyos felelősségre-vonással járna.

A vidéki repülési osztály tagjainak további feladatai közé tartozik az éghajlati észlelések végzése s klímáíveken való feldolgozása, azonkívül a veszélyjelentő szolgálat céljaira történő állandó figyelés.

Az erős igénybevétel és a munka minőségének javítása indokoltá tenné, hogy legalább egyes állomásokon a napi szolgálat bizonyos szakaszában ketten teljesítsenek a repülőteren szolgálatot, ami csak úgy lenne lehetséges, ha az állomás személyzetének létszáma négy főre emeltetnék fel. Ezáltal lehetővé válnék az egyidejű magassági szelmérések végzése, amire nagy szükség lenne részben a szinoptikus gyakorlat, részben kutatási szempontból. A szolgálati ténykedések ütközése megszűnnék, azonkívül hivatalos idő alatt lehetne elintézni olyan ügyeket, amelyeket most, főleg az állomásvezetők, napi szolgálatukon kívül tudnak csak elvégezni.

A budapesti repülési osztály munkája. A budapesti repülési osztály mint időjelző állomás a ferihegyi repülőteren állomásozik és a légiforgalom központi időjelző szolgálatát látja el. Személyzete az osztályvezetőn kívül szinoptikusokból, észlelőkből, rádiótávírásszokból és rajzolókból tevődik össze. Munkájának kategóriái: 1. észlelés, 2. adatszerezés, 3. feldolgozás, 4. eligazítás (tanácsadás, fizyelmeztetés).

1. Az észlelési, mérési tevékenység hasonló a vidéki osztályéhoz. Az időjárás vigyázás folyamatos. Észlelések (mérések) nappal félóránként, éjjel kétóránként történnek. Alkalmoszerűen pedig a szükséghez mérten végzik őket. Magassági szelméréseket az állomás nem végez, hanem a pár kilométer távolságban levő *Aerológiai Obszervatórium* kétóránkénti pilotszelméréseit használja fel légiforgalmi célokra. A felhőmagasság mérése — mint általában — éjjel fényszóróval, nappal léggömbökkel történik. A látás távolságának megállapításához elég távoli tárgy, éjjel elég fénypont áll rendelkezésre.

A magassági légállapot mérési adatait, vagyis a függélyes hőmérsékleti és nedvességi eloszlás értékeit az Osztály szintén az *Aerológiai Obszervatórium* napi két rádiószondás méréseiből meríti. Ismételt megbeszélés tárgyát képezte, hogy a felszállási diagrammok milyen pontossággal nyújtanak támpontot az annyira fontos felhőrétegzettség és a felső felhőzeti határ megállapításához. Vannak tiszta helyzetek, amikor a diagramm világosan beszél. Legalább 50%-ban azonban — főleg a hideg évszakban és csapadékos időjárás mellett — a felhőzeti rétegződésre bizonytalan támpontot szolgáltat. Ilyenkor élesen érződik a hiánya a repülőgépes felszállások által biztosítható vizuális megfigyeléseknek. A repülőgépes felszállások bevezetése legközelebbi ötéves tervünkben szerepel. Repülési eligazítási célokra azonban csak nagy biztonságú, legalább kétmotoros, rádiós repülőgép jöhet tekintetbe, melynek alkalmazása éppen rossz időben lenne fontos. Más kutató feladatokat jobb időjárás mellett kisebb gépek is elláthatnak.

2. Az adatszerezés túlnyomó részben rádióon, kisebb részben vezetékös úton történik. Rádióon veszik fel az időjárás térképekhez szükséges hiranycgot, a félóránként befutó belföldi időjelentéseket a repülőterekről és a menetrendtől függően szükségessé váló, külföldi időjelentéseket. Utóbbi a rádiósok részéről különleges gyakorlatot kíván meg, mert ha a menetrend rossz idő miatt némileg felborul, sok függ a távírás ügyességétől mellyel esetleg előbb nem hallgatott állomásokat kell megkeresnie. A tanácsadó meteorológus munkája szempontjából lényeges különbséget jelent, hogy a keresett adathoz hozzá lehet-e jutni vagy nélküle kell tovább dolgozni.

3. A feldolgozó munka, mely az adatszerzéstől az eligazításig átvezet, több alakban folyik. A félóránkénti jelentések ábrázolása a repülő-személyzet és a repülőter-vezetőség által könnyen áttekinthető formában az Intézetben is használt kockás ábrázolással történik, de az ábrák kissé nagyobbak és a repülőterek lezárttságát (repülési tilalmat) kis vagy nagyobb gépek számára feltűnő módon jelzik.

A naponta megrajzolt időjárási térképek közül egy egész Európa időjárását, négy pedig Közép-Európa időjárását tünteti fel. A tájékoztató több magassági szintre vonatkozólag megrajzolt térkép egészíti ki. Eredeti ábrázolás a szomszédos államok légállapot-méréseinek metszetszerű diagrammja és a hazai pilotszelmérések folyamatos ábrázolása térképes formában. Hasznos lenne, ha az intézeti metszetek is rendelkezésre állhatnának, de ez egyelőre kivihetetlen. A megrajzolt állapotgörbék a jegesedési szintek, felhőhatárok, áramlási viszonyok elképzelésére gyakran adnak támpontot.

4. A budapesti repülési osztály munkásságának fő része az eligazítási (tanácsadási) szolgálat, amely több részre ragozódik:

- a) a forgalmi vezetők időjárási tájékoztatása,
- b) bel- és külföldi repülőterek tájékoztatása,
- c) a repülőgépvezetők írásbeli eligazítása,
- d) a repülőgépvezetők szóbeli eligazítása,
- e) a levegőben levő gépek feletti meteorológiai vigyázás.

a) A forgalmi szervek (repülőtervezetőség, forgalmi társaságok képviselői, repülés-irányító szolgálat) részére naponta kétszer készül előrejelzés részben Budapestre, részben az innen kiinduló légi vonalakra 6—8 órai érvénnyel. Ezeket kiegészítik a tényleges időjárásról adott állandó tájékoztatások, melyek időromlás esetében különösen fontosak, és a figyelmeztetések. A tényleges időhelyzet minden jelentékenyebb változását a repülés-vigyázó szolgálatnak távbeszélőn tudtára adják.

b) A belföldi és külföldi repülőterek tájékoztatása a tényleges és várható időjárásról igen különböző mérvű. A magyar repülőterek Budapest időjárásáról félóránként kapnak értesítést. Az egyes repülőterek azonban a többi repülőter egyidejű időjárásáról csak akkor értesülnek, ha külön felvételik az egyes repülőterek jelentéseit, amikor azok Budapestre beadják. Olyan gyűjtő kisugárzás, mely a Budapestre érkezett jelentéseket egyben kisugározná, még nincs.

c) A repülőgépvezetők írásbeli tájékoztatása a repülési időlapon történik. Célja egy-egy repülés okmányoszerű eligazítása a készítőik és több átvevő aláírásával. Az egyes társaságok képviselői ennek az okmányoknak az alapján eszközlik az indítást a repülés-irányító szolgálaton keresztül. Esetleg az indulást elhalasztják vagy végleg lemondanak a repülésről. A repülési időlapnak tehát minden száma és betűje okirati jelentőségű és tartalma valamilyen irányban azonnali gyakorlati alkalmazású.

A repülési időlapoknál régebben az volt az irányzat, hogy a tényleges útvonali időállapotnak minél több adata szerepeljen rajta. Az előrejelzés úgyszólván másodrangú volt. Nemigen bíztak benne. Újabb időben azonban a *Nemzetközi Polgári Repülésügyi Szervezet* javaslatára az időlapok tartalmát fokozatosan megváltoztatták az előrejelzés javára. A javasolt új időlapon — amelyet már többfelé bevezettek — ténylegesen megfigyelt időállapot alig szerepel, hanem csak előrejelzésből áll minden idő-körülményre vonatkozólag. Hogy a repülési időlap tartalmát a repülési személyzet részére minél szemléletesebbé tegyék, az időlap leglényegesebb részéül az útvonali metszetet tették meg, mely szintén előrejelzett légállapotot tüntet fel. Az ilyen időlap használata elsősorban nagyobb távú repüléseknél indokolt. Készítésük egy szinoptikus meteorológusnak teljes tájékozottságára tart igényt. A nyelvismeretek hiányán is átsegít, mert mondatok fogalmazására nincsen szükség rajta. Minden rajz vagy szám, vagy egyezményes betű. Kiállítására nehéz, tudományos feladat. Előre kellene látni csapadék megjelenését, megszűnését, zivatar kitörését stb. Az ilyen ábrázolás egyértelmű, határozott. Nem lehet mellette még egy esetleges más alakulást is felrajzolni.

A budapesti repülési osztály egyelőre még a tényleges időadatokat is feltüntető időlapot használja, de rajta szerepel az időlapon a célrepülőter leszállási előrejelzése is. Az időlapok hátoldala metszeti ábrázolásra is alkalmassá van téve, csak a rajz méretei kisebbek, mint a nemzetközileg javasolt formában. Rendelkezésre állanak nagyobb útvonali metszetek is, melyeket rossz idő esetében meg is rajzolnak, de a metszet a tényleges légállapotot tünteti fel, nem pedig az extrapolált viszonyokat.

Az előrejelzett metszeti ábrázolásra való áttérés nehézsége abban áll, hogy az időlap minden részét szinoptikusnak kell elkészítenie és ez a munka egy szinoptikust hosszabb időre foglal, tehát több személyzet kell hozzá. Azonkívül a magassági felhőeloszlás, ami lényeges részét képezi, sokszor ismeretlen. Felhőmagasságot mérő és magassági szelet adó hálózatunk aránylag gyér, illetve állomásai, a repülőterek, túlnyomó részben az ország széle felé fekszenek.

d) A repülések okmányszerű eligazításán kívül fontos szerep jut a szóbeli eligazításnak, konzultációnak is. Az időlap a »miért«-ekre nem terjeszkedhetik ki. A pilóta azonban szükségét érzi a látott kép bizonyos megértésének is, ezért a szóbeli eligazítás magyarázatot is magában foglal. Nemzetközi forgalmú repülőtéren ez a nyelvi eltérések miatt nehéz. A nemzetközi szervezetet is foglalkoztatja az a kérdés, hogy a repülőtéri meteorológus legyen-e nyelvtudós (nálunk orosz, német, angol, francia nyelvű eligazítások váltják egymást) vagy a repülőszemélyzet hozzon tolmácsot az eligazításhoz. Utóbbi megoldás tapasztalat szerint csak akkor megfelelő, ha a tolmács is meteorológus, különben félreértések támadhatnak. Azonkívül a tolmácson keresztül való beszélgetés lassítja az eligazítás menetét. A szinoptikusnak erre nem mindig van ideje.

e) A szinoptikai tevékenység fontos része a meteorológiai vigyázás úton levő repülőgépek biztonságára. Ha indulás után befutó jelentések olyan lényegesebb jelenségről adnak hírt, amelyet az előrejelzés nem tartalmazott vagy változik a ferihegyi repülőtéren az időhelyzet, vagy megszűnik egy-egy kiterő repülőterként tekintetbe jövő repülőter használatának a lehetősége, mindez olyan fejlemény, hogy a levegőbe értesítést kell adni róla. A vigyázáshoz tartozik, hogy a szinoptikusnak mindig készen kell lennie a levegőből jövő kérdések megválaszolására, pl. jegesedés kap a gép, kérdezi, hogy feljebb menjen-e vagy lejjebb jöjjön, és mennyivel. Zivatarral találkozok, kérdezi, hogy merre célszerű elkerülni, hogy még rosszabb helyzetbe ne fusson. A vigyázás közben rendszeres és alkalmi eligazítások sora köti le a szinoptikus figyelmét. Az eligazítások kérdései a legelősebb prognosztikai problémákat vetik fel. Gépfigyelést kell ígérni pl. Kiev, Szófia, Varsó, Berlin, Wien stb. számára, ami néhány órai érvényű, esetenként roppant nehezen megoldható előrejelzési feladatot jelent. Bekövetkezik-e bármely ok miatt egy repülőter vagy a saját repülőter lezárása, ha bekövetkezik, meddig tart, kell-e más módon gondoskodni az utasokról, stb ?

A vázolt előrejelzési feladatok megoldása a szokásos szinoptikai módszerek segítségével, elsősorban a frontanalízis formájában történik. A megalkotandó prognózisok abban különböznek az intézetiektől, hogy általában rövidebb határidőre szólnak, de sokszor a határokon túl terjedő területre kell érvényeseknek lenniök, azonkívül a helyi alkalmazás miatt gyakran kell helyi hatásokkal számolniok, ami nehezítő körülmény. A prognózisok legfontosabb elemei: a látás, felhőmagasság, szél. A hőmérséklet inkább csak mint ezeket alakító tényező jön számításba, ugyanígy a csapadék is. Lényeges még a felhőmennyiség, felhővastagság, jegesedés, zivatar. Az előrejelzések módszerének fejlesztése az advektív-dinamikus analízis bevezetése által a szűk személynézetű keresztmetszet miatt egyelőre nem vihető keresztül.

Az általában rövidérvényességű előrejelzések számára jó szolgálatot tesznek a veszélyjelentések, amelyek a figyelmeztetéseknél képezik az alapját, és hasznosak lennének a levegőben levő gépek jelentése. Külföldön is igyekeznek utóbbi jelentési fajtát rendszeressé tenni. A nemzetközi előírások több számkulcsot is közölnek hasonló jelentések számára. E jelentések bevezetése azonban nem annyira a meteorológiai szolgálatról, mint a repülőforgalmi társaságoktól függ.

A repülés meteorológiai szükséglete magában foglalja az éghajlati jellegű feldolgozásokat is, melyek eredményére az operatív munka folyamán minduntalan szükség van. Már új repülőterek tervezésénél felmerül az átlagos légkörülmények kérdése. Ha új légitvonal nyílik meg, vagy új gépvezető kapja állandóbb jelleggel bizonyos légitvonal repülését, vagy a szinoptikus egy-egy légitvonalon forgalom eligazítását, annak éghajlati jellegű viszonyaira meg akar ismerkedni. Ez a követelmény makro- és mezoklimatikus feldolgozásokat egyaránt szükségessé tesz. Hosszabb vonalaink, mint a kiev, berlini, szófiai, tiránai, különböző éghajlati típusú területeken vezetnek keresztül, melyek részletes ismerete a rajtuk folyó repülések alapos eligazításához szükséges. Az operatív eligazító munka végzése közben azonban nehezen adódik idő és alkalom a kellő feldolgozások elvégzésére.

A vonalak időjárásával való megismerkedés kívánatos lenne nemcsak irodalomból, hanem személyes élmény formájában is, tapasztalatgyűjtés céljából. A tanácsadásnál az illető vonal időjárási körülményeibe való beleélés igen fontos, de csak akkor lehetséges, ha a szinoptikus *ottani repülőgyakorlattal* rendelkezik. Ez biztosítja legjobban a szempontok közösségét a repülő és meteorológus között.

A repülési időjelző szolgálat szervezeti formája és munkamódszere nagy vonásokban mindenütt hasonló egymáshoz, csak személyi és anyagi lehetőségekben különböznek. Az a véleményem, hogy — ha vannak is hiányosságaink — a két repülési osztály teljesítményei a forgalom időjelző szolgálatára terén nem marad el a többi repülési időjelző szolgálat mögött. A repülés fejlődése (nagyobb forgalom, nagy sebesség, magasba-törés) mindenfelé új feladatokat tűz ki a szolgálat elé, melyek megszabják a további fejlesztés irányát és igazolják annak szükségességét.

IRODALOM

PAPP LÁSZLÓ: Erdőgazdasági meteorológia. Erdészeti Technikumok Tankönyvei sorozat, Erdészeti Termőhelyismerettan I. része. Szerk.: Földm. Min. Szakokt. Főig., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1953., 108 (A/5) old., 79 ábra, 12 táblázat.

Az alkalmazott meteorológiának sikerült kompendiuma *Papp László* fenti munkája. A tankönyvektől megkövetelt rendszerességgel, a didaktikai szempontok ügyes alkalmazásával és a gazdag szemléltető anyaggal előadott tárgy: az erdészeti meteorológia, a termőhelyismerettannak a légkörrel foglalkozó része, a könyvet forgató technikum tanulónak vagy a magát továbbképző erdésznek jó segítőtársa lesz az erdészeti szakmunka során.

A könyvnek több mint fele a meteorológiai alapismeretekkel foglalkozik. A légkör szerkezetének és összetételének ismertetése során éppúgy, mint az időjárás elemek tárgyalásánál (sugárzás, hőmérséklet, légnyomás, szél, nedvesség, csapadék stb.) alkalmazmat talál a szerző arra, hogy általános növénytermelési vagy különösen erdészeti vonatkozások bemutatásával segítse elő a könyv céljának elérését: meggyőzni az erdészeti szakembert arról, hogy csakis meteorológiai ismeretek birtokában végezhet sikeres, a fejlődés útján járó erdészeti szakmunkát.

A könyv következő fejezete az erdő éghajlatával foglalkozik. Részletesen ismerteti az erdő fény- és hőviszonyait, sajátos légmozgásait és vízgazdálkodását. Szerencsésen olvad össze ebben a fejezetben mindaz, amit erről a tárgyról a külföldi, elsősorban a szovjet irodalom, a magyar szakkönyvek már közreadtak és az a még nem publikált anyag, amelyet erdészeti kutatóink (túlnyomóan az Erd. Tud. Intézet munkatársai) a szerző tekintélyes részt vállaló közreműködésével állítottak elő eredeti hazai mérés-sorozatokból.

Befejezésül a Föld éghajlati beosztását és Magyarország éghajlatát adja a könyv rövid, könnyen érthető, de természetesen korántsem teljes összefoglalásban. Ha a rövidség mellett a könnyen érthetőség volt a fejezet megírásánál a fő követelmény, akkor több adatot nem is lehetett volna belesűríteni.

A könyv külső kiállítása tetszetős, sajtóhiba kevés van benne. Ábrái általában jók, de van közöttük néhány, amely hibás kivitelezése miatt nem segíti elő a szöveges rész megértését. Pl. a 42. oldalon a felsikló és a betörési frontok ábrái a talajt jelző alap hiánya következtében nem mutatják világosan, hogy vízszintes vagy függőleges metszetről van-e szó? A bizonytalanságot fokozza az ábrák kezdetleges kivitele is. A közbeiktatott műmellékletek szépek, a mondanivalóhoz simulnak. A könyv végén található két térképmelléklet sem sikerült azonban a legjobban s mindkettőnél, de különösen a Szántó-féle »éghajlatjósági« térképnél, erősen hiányolható a magyarázó szöveg, különösen azért, mert a könyv szövegében sem találunk ezekre vonatkozó részletesebb magyarázatot.

Mindezek ellenére megállapítható, hogy a könyv újszerű anyagát könnyen tanítható és tanulható formában adja. Megírása a szerző szakértelméről és szakmaszeretéről tanúskodik.

Kéri Menyhért

KOSSUTH LAJOS TUDOMÁNYEGYETEM: Intézeti Beszámolóok 1951—54. (Szerk.: *Berényi Dénes.*) Debrecen, 1954. 64 (A/4) lap.

Debrecen felszabadulásának 10. évfordulójára jelent meg a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Kara intézeteinek beszámolókötetete. Az 1951 és 1954 között végzett tudományos kutatásokat ismertető kiadvány egyszerű köntösbőben, házi sokszorosítási eljárással, de annál gazdagabb tartalommal került nyilvánosságra.

A beszámolókötet az egyes egyetemi intézetek »nyilvános intézeti nap«-jain elhangzott előadások rövidített anyagát közli. A 11 egyetemi intézet sorában ott találjuk a *Berényi Dénes* prof. vezetése alatt álló debreceni Egyet. Meteorológiai Intézet beszámolóját is.

Az Egyetemi Meteorológiai Intézetben egy alkalommal, 1952. december 13-án volt nyilvános intézeti nap. Ennek során *Berényi* professzor ismertette az intézet történetét és az ott folyó munkát. A tudományos témák 3 csoportja foglalkoztatja az intézet tagjait: éghajlattani, agrometeorológiai és helyszíni mikroklímakutatások. Az előadó kitért a társadalmi és oktatómunka eredményeire is. *Berényi* saját kutatásai közül

beszámolt a havi középhőmérsékletek és a középhőmérsékleteknek az egyik hónapról a másikra bekövetkező változása közötti számszerű összefüggés vizsgálatáról a korrelációs számítás segítségével. Ezenkívül ismertette a kukorica és cukorrépa terméseredményei és az időjárási elemek (hőmérséklet, csapadék) közötti kapcsolatot. Kétváltozós korrelációs táblázat készítésével fejlesztette tovább régebbi vizsgálati eljárását. Tervbe vette a rendelkezésre álló napfénytartam adatok felhasználását is a kapcsolatok vizsgálatánál. Kitért még a mákkal folytatott kísérletek eredményeire. Sorirányításon, vetésidő és takarási kísérleteket végeztek és egyidejűleg megállapították a mák morfin-bázis tartalmát is.

Szász Gábor aspiráns, az *Időjárás* 1954. 2. számában is megjelent, a légnyomás nyugtalanságával foglalkozó dolgozatát, valamint a pallagi Mezőgazdasági Kutató Intézetben végzett kísérleteket ismertette. Az első kísérlet a rozs éghajlati igényeiről, a második az őszi búza kelési ideje és az időjárás közötti kapcsolatról ad felvilágosítást.

Varga Miklós tanársegéd beszámolt a középhőmérséklet eltéréseivel kapcsolatos vizsgálatairól. Magyarországi állomások hosszabb sorozatain kívül néhány európai állomás 20 évi adatsorát is feldolgozta és ezek alapján foglalkozott az eltérések térbeli és időbeli változásával.

Virágh Sándor a léghőmérséklet és talajhőmérséklet ötnapos középértékei közötti kapcsolatot vizsgálta április és május hónapban a gyapot vetési idejének megállapítása érdekében.

Justyák János és *Szabó Bálint* a kertgazdasági növények mikroklímáját vizsgálták és a gyakorlat részére hasznos tapasztalatokat nyertek.

Az Intézet tudományos kutatómunkáját jellemzi, hogy minden észlelési és kísérleti anyagot a matematikai statisztika módszereinek alkalmazásával dolgoznak fel. Eredményeik ismertetése során tehát nem kell általános megállapításokkal megelégedniük, hanem a felmerülő kérdésekre konkrét számadatokkal, kapcsolati tényezőkkel tudnak választ adni. Reméljük, hogy a beszámolók további kötetei hasonló gazdag tartalommal adnak képet a debreceni egyetemi intézetek további kutatásairól.

Békéssy Andrásné

GERHARD HENTSCHEL: Das Föhngebiet des Harzes (Főn-terület a Harz-hegységben). Abhandlungen des Met. und Hydr. Dienstes der Deutschen Dem. Republik, Nr. 23 (Band III), Akademie-Verlag Berlin, 1953. 58 (A/4) old. 14 ábra.

A mű részletesen ismerteti az Északkeleti Harz területén fellépő fönshatás hatására a hőmérséklet, nedvesség, látástávolság, borultság és szelérosság alakulását. A vizsgálat során kitért, hogy a főnös területen belül is nagy eltérés található különösen a szél és felhőzet szerkezetében, azonkívül a borultság fokában. A szerző a helyenként különböző módon érvényesülő főnhatás kifejezésére a hegylejtőket orografikus szerkezetük szerint csoportosította. Ezzel a módszerrel sikerült az említett területen a főnarámlásra keresztbe fekvő gerincek, valamint a vele egy irányban fekvő völgyek jellegzetes időjárási jelenségeit megmagyaráznia. Így a következő eredményre jutott:

1. A főnarámlásra keresztbe (tehát merőlegesen) fekvő hegygerincek előtt, horizontális tengelyű örvények alakulnak ki, emiatt ezen a területen különösen erős örvénylő szél keletkezik. Az alsó felhőzet ezeknek az örvényeknek a hatására, hosszú irányult »felhőhengerekké« alakul át, a felső felhőzet többnyire kettős hullámalakot vesz fel.

2. A főnarámlás irányában fekvő völgyek előtt vertikális tengelyű örvények képződnek, ezekben a szél csupán megerősödik, de jelentősebb örvényesség nem lép fel. Az örvény középpontjában végbemenő felszálló légáramlás hatására a közép magas felhőszintben spirálisan felépült felhőtorony alakul ki.

A főeffektus az évszaktól is függ, így pl. nyár folyamán a többségben előforduló száraz adiabatikus hőmérsékleti rétegződés eseteiben kevésbé hatásos. Ezért a főn a meleg évszakban csak az éjszakai órákban vagy pedig hideg betörés utáni ciklonális időhelyzetben jelentkezik. Télen viszont annál gyakrabban fordul elő, különösen magasnyomású időszak után, a talajmentén erős inverziós réteg jelenlétében.

A szerző művében az Északkeleti Harz gyógy- és üdülőhelyekben bővülő területének klimatikus jellemvonásait kívánta feltárni.

A munka érdeme: lehetővé teszi a Harz-hegység északkeleti térségében levő egyes meteorológiai állomásokon végzett megfigyelések eredményeinek nemcsak az állomások közvetlen környékére korlátozott bioklimatikus értékelését, hanem a felsorolt orográfiai szempontok segítségével, azon területek éghajlati különlegességeire is következtetni lehet, ahol egyáltalában nem folytak éghajlatkutató mérések.

A rendkívül érdekes tanulmány azért is tarthat számot érdeklődésünkre, mert a szerző által felvetett és kidolgozott téma még a mi középhegységeinkben is megoldásra vár.

Otta Endréné

A METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG ÜGYEI

VÁLASZTMÁNYI ÜLÉS 1954. DECEMBER 3-ÁN. Az 1954. év utolsó választmányi ülésén az elnöklő *Dési Frigyes* társelnök közölte a választmány tagjaival, hogy 1955-től az Országos Meteorológiai Intézet kutatói vagy más tudományos intézetek meghívott kutatói által tartandó referátumok közül azokat, amelyek a Meteorológiai Társaság tagjainak érdeklődésére is számot tarthatnak, mint társasági előadó üléseket is meg fogjuk hirdetni. A bejelentést a választmány örömmel tudomásul vette. *Kéri Menyhért* főtítkár beszámolt az időszerű társasági ügyekről. Ezek közül kiemelhetők: a Társaság hovatartozásának kérdésében s ezzel kapcsolatosan az 1954. évi közgyűlés elhalasztásának ügyében tett bejelentései és javaslata, amelyeket a választmány egyhangúlag tudomásul vett és jóváhagyott.

A Magyar Hidrológiai Társaság Limnológiai Szakosztálya tudományos bizottságába a közeljövőben kiadandó limnológiai tárgyú kézi- és tankönyvek tematikájának összeállításában és esetleg megírásában való közreműködéssel megbízta a választmány *Hajós Ferenc*, *Kakas József*, *Kéri Menyhért* és *Wagner Richárd* tagtársakat.

A MTESZ jelenlévő képviselője, *Turi Istvánné* javaslatára a választmány tagjainak igen élénk részvételével lezajlott vita után döntés született az 1955. évben Szegeden tartandó társasági ankét időpontjának, tartamának és legelsősorban tárgyának kérdésében. Eszerint 1955 júniusában Szegeden, az Egyetemi Meteorológiai Intézettel együttműködve, 2 napos agrometeorológiai és mikroklimatológiai ankétot rendez a Társaság. Megbízta a választmány a titkárságot az ankét sikere és tudományos szempontból is gyümölcsözővé tétele érdekében az előkészítő munkálatok mielőbbi megkezdésével. Egyben felkérte *Wagner Richárd* egyetemi tanár tagtársat ennek az előkészítő munkának a támogatására.

A választmány a Társaság tagjai közé felvette *dr. Kiss Istvánt* (Szeged), *Vécsey Flóriánt* (Nagykanizsa), *Csendes Jánost* (Nagykanizsa), *Özvegyi Ferencet* (Budapest), *dr. Gesztelyi Lászlót* (Erd), *Förster Tamást* (Budapest), *dr. Garádi Istvánt* (Budapest), *Hajós Gergelyt* (Budapest), *Plachner Istvánt* (Szombathely), *Faragó Lászlónét* (Budapest), *Zsigovits Istvánt* (Budapest), *Hoitsy Pált* (Szentés), és ifjúsági tagokként: *Kozák Gabriellát*, *Baranyi Jánost*, *Bagdi Sándort*, *Hantos Sándort*, *Nagy Lászlót*, *Sipos Ferencet*, *Koncz Lászlót*, *Szöke Sándort*, *Palásti Artúrt*, *Reményik Istvánt* és *Pleskó Andrást* (mindannyiukat Szegedről).

ELŐADÓ ÜLÉS 1954. DECEMBER 3-ÁN. *Wagner Richárd* szegedi egyetemi tanár »Meteorológiai tapasztalatok a Bükkhegységben végzett mikroklimatikus kutatások során« címmel igen nagy érdeklődéssel kísért előadást tartott. Megállapítható, hogy *Wagner* professzor kutatásai során igen jelentős lépéssel vitte előbbre a mikroklimatológia elméleti alapjainak tisztázására irányuló törekvéseket és — ami talán még jelentősebb — a mikroklimatológiai mérési módszerek terén olyan új utakra lépett, amelyeken haladva remélhetjük, hogy az alkalmas mérőműszerek jelenleg még fennálló hiánya miatt mutatkozó elmaradást hamarosan fel tudjuk számolni.

Az előadást követő vitában igen sokan vettek részt és ennek a vitának magas színvonala és élénksége igazolja azt, hogy a hasonló elvi és módszertani kérdések bátor felvetése a Társaság tagjainak mindenkor a legteljesebb érdeklődésére tarthat számot.

PRINZ GYULA FÉLÉVSZÁZADOS MUNKÁSSÁGÁNAK JUBILEUMA ÉS KITÜNTETÉSE. *Prinz Gyula*, a szegedi egyetem földrajz-professzora, a földrajztudományok doktora, most érkezett el tudományos és felsőoktatási munkásságának 50. évfordulójához. E ritka jubileum alkalmából a Magyar Földrajzi Társaság díszközgyűlést hívott össze, hogy azon köszöntse tiszteletbeli elnökét. A díszközgyűlést 1954. december 17-én délután 6 órakor nyitotta meg *Bulla Béla*, a Magyar Földrajzi Társaság elnöke. Elnöki megnyitójában jelentette be, hogy Népköztársaságunk Elnöki Tanácsa *Prinz Gyulát* 50 éves fáradságtalan, eredményes tudományos és felsőoktatási tevékenységéért a Szocialista Munkáért Érdeméremmel tüntette ki. E tudományos munkásság 50 évét *Szabol Pál Zoltán* méltatta a tanítvány tiszteletétől és ragaszkodásától átfűtött hangú értekezésében. Ennek felolvasása után az Akadémia, az egyetemek, tudományos intézetek és társaságok küldöttei köszöntötték a jubilánst. Az Orsz. Meteorológiai Intézet és a Magyar Meteorológiai Társaság nevében *Kakas József*, az intézet éghajlati kutató-osztályának vezetője és a Társaság titkára köszöntötte az ünnepeltet:

»A Magyar Meteorológiai Társaság — mondotta többek között —, örömmel kér részt *Prinz Gyula* tudományos munkásságának ünneplésében. Hiszen a jubiláns Társaságunk megalakulása, 1925 óta megszakítás nélkül választott tagja a Magyar Meteorológiai Társaság választmányának. Sokat fáradozott a földrajz professzoraként Pécsen, Kolozsvárott és Szegeden a magyar éghajlatkutatás érdekében. A pécsi egyetemi meteorológiai állomás, a kolozsvári egyetemi légkörtani intézet s a szegedi egyetemi meteorológiai obszervatórium létrehozásában, istápolásában *Prinz Gyulának* igen nagy része volt. Geográfus tanítványainak, közvetlen munkatársainak figyelmét soha nem szűnt meg a táj és a légkör kölcsönhatásának következményeire, az éghajlatnak felszínformáló, termelést és települést alakító szerepére felhívni. E törekvéseinek eredménye a tanítványai által írott számos városéghajlati monográfia.«

Az üdvözlések hosszú sorára *Prinz Gyula* elfogódott, megdhatott hangon válaszolva köszönte meg a Párt és a Kormány kitüntető bizalmát, a Földrajzi Társaságnak a nem várt ünneplést.

AZ 1954. ÉVI AKADÉMIAI JUTALMAK. A Magyar Tudományos Akadémia felolvasótermében december 23-án osztotta ki az Akadémia főtitkára, *Osztrovszky György* az 1954. évi, összesen 300 000 forintnyi akadémiai jutalmakat az év folyamán kiemelkedő eredményeket elért tudósoknak s tudományos kutatóknak. Örömmel láttuk a 86 jutalmazott sorában *Dési Frigyes* professzort, az Akadémia Meteorológiai Főbizottságának elnökét, a Meteorológiai Társaság társelnökét — aki a magyar meteorológia nemzetközi kapcsolatainak fejlesztése terén kifejtett eredményes tudománypolitikai szervező munkájáért —, és *Egerszegi Sándor* agrokémikust, a Meteorológiai Társaság Agrometeorológiai Szakosztályának titkárat, aki homoktalajaink termőképességének fokozásában elért kiváló kutatási eredményeiért részestült akadémiai jutalomban. A jutalmazottakat *Rusznayk István*, a Magyar Tudományos Akadémia elnöke köszöntötte s kívánt nékik további sikereket munkaterületükön.

K. J.

ELŐADÓ ÜLÉS 1955. JANUÁR 21-ÉN. *Korbonits András* kutató »*Időjárási tényezők hatása a paradicsomtermés mennyiségére és az érés idejére*« címmel az Agrometeorológiai Szakosztályban tartott előadást. Annak ellenére, hogy a címben foglalt kérdést egy év kísérleteiből adódó eredmények alapján tárgyalta, megállapítható, hogy az ország több pontján, a tudományos kísérletek végrehajtása során megkívánt precizitással és minden körülményre figyelemmel kiválasztott kísérleti területek helyes beállítása segítségével nyert eredmények nemcsak a gyakorlat számára jelentenek komoly segítséget, hanem az elméleti kutatás is, közöttük az agrometeorológia is, hasznosíthatja azokat. A következő években az előadó folytatni fogja kísérleteit s ezeknek agrometeorológiai szempontból is minden tekintetben kielégítő végrehajtásához a fenti előadáshoz hozzájáruló meteorológus szakemberek igen értékes, gyakorlatilag is hasznosítható tanácsot adtak.

VÁLASZTMÁNYI ÜLÉS 1955. JANUÁR 21-ÉN. *Kéri Menyhért* főtitkár bejelentette, hogy a Belügyminisztérium a MTESZ-en keresztül értesítette a Társaság elnökségét az 1954. évi közgyűlés elhalasztásához való hozzájárulásáról. Egyben közölte azt is, hogy az elmaradt közgyűlés utólagos megtartására csak abban az esetben kerüljön sor, ha ezt a választmány vagy a tagok — az alapszabályban lefektetett előírásoknak megfelelően — kéri. Tekintettel arra, hogy mind ez ideig ilyen kívánság nem merült fel, a választmány ezt a bejelentést néhány hasonló értelmű hozzászólás után tudomásul vette s hozzájárult ahhoz, hogy a lelépő tisztikar a f. é. májusában tartandó közgyűlésen két társasági év alatt végzett munkájáról számoljon be s ennek alapján kérje felmentését.

Foglalkozott a választmány az idei »Magyar—Szovjet Barátsági Hónap« s ezzel egyidőben felszabadulásunk 10-ik évfordulója alkalmából rendezendő ünnepi társasági ülések tárgyával és az előadók személyének kijelölésével, illetve felkérésével. Az elnökség javaslata alapján hozzájárult ahhoz, hogy az ünnepi hónap alatt három ülés keretében egy általános meteorológiai, egy agrometeorológiai és egy orvosmeteorológiai tárgyú előadás hangozzék el, amelyek mindegyike ismertetni fogja azt a fejlődést, amelyet a meteorológiai kutatás s ezen belül a magyar meteorológia az elmúlt 10 év alatt elért.

Kőrösi Györgynek, mint a Meteorológiai Társaság Távközlési Munkabizottsága tagjának, indítványára a választmány elvileg hozzájárult a munkabizottságnak önálló szakosztállyá alakításához és felkérte *Flóridán Endre* választmányi tagot, hogy a Társaság alapszabályaiban foglaltaknak figyelembe vételével készítse elő a közgyűlésre a Távközlési Szakosztály szervezetszerű megalakítását.

Ezen a választmányi ülésen felvett új tagok: *Bürger Gábor* (Budapest), *Gazdag László* (Eger—Budapest), *Hollósi Mihály* (Gyula).

SZEMLE

KÉT GYORSVONULÁSÚ CIKLON EURÓPA FÖLÖTT. Az 1954. év időjárása gazdag volt szélsőségekben, rendkívüliségekben. Ezek közül csak időrendben voltak az utolsók azok az események, amelyek december hó 21. és 24. között játszódtak le Nyugat- és Közép-Európában. December hó 21-én este borzalmas erejű vihar tört ki az Északi-tengeren, amely rövid megszakítással még 23-án is tartott. A vihar következtében 23 hajó sérült meg vagy süllyedt el. A »Cote d'Azur« nevű francia hajót csak harmadnapra tudták levontatni a zátonyról. A belga »Henri Deweert« a holland Texel-szigettől 150 km-re északnyugatra süllyedése közben még SOS-jeleket adott. A 19 főnyi személyzete a hullámok közt lelte halálát. Valószínűleg elsüllyedt a dán »Gerda Toft« és a svéd »Petra« nevű hajó is. A veszteség bizonyára nagyobb lett volna, de az idejében kiadott veszélyjelentés miatt a hajók sietve keresték fel a legközelebbi kikötőt. Több mint 300 hajó menekült az öblökbe és folyótorkolatokba. A Keleti-tengeren megszakadt a kompközlekedés. A nemzetközi gyorsvonatok a partokon megrekedtek. Az Északi-tengeren a leghevesebb szellőkések elérték az 50 m/mp, azaz 180 km/óra értéket.

A vihar által felkorbácsolt tenger hatalmas nyomást gyakorolt a holland és német partok gátjaira. A vízszint 2 m-rel magasabb volt az átlagos vízállásnál. Aarhusban (Dánia) 1945 óta nem észleltek ilyen magas árszintet. Texel-szigetén az ár az egyik gátat 27 m-es szélességben benyomta, úgyhogy a közeli helységet, amelyet a tavalyi ár elpusztított, ki kellett üríteni. Rotterdam közelében több gát megrepedt. A kikötők közelében nagy területeket elborított a víz nemcsak Hollandiában, hanem Németországban is. Hamburgban a pincék megteltek vízzel.

Az orkányszerű szélvihar a környező partvidékeken is hatalmas pusztítást okozott. Skóciában egyes szellőkések elérték a 160 km/óra sebességet. Hét, 14 tonnás teherautót a vihar lehengerített az útról. A távvezetékek acéloszlopai közül csak egy erőmű területén tizennyolcat derékbatört, nem is szólva a gyökerestül kicsavart fákról, megrongált és elpusztított tetőkről, erkélyekről és kisebb károkról.

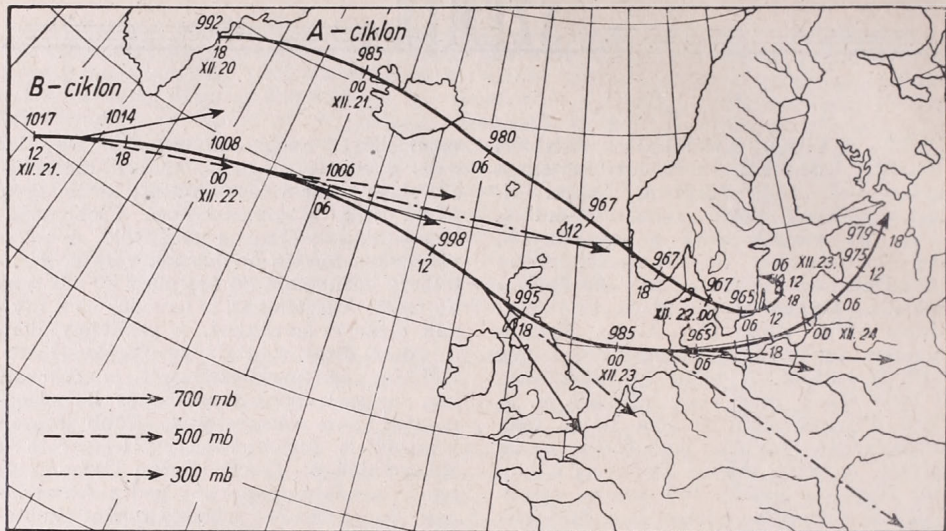
Bredában (Hollandia) egy fából készült iskola épület tetejét letépte a vihar, úgyhogy az összedőlt, és a benne levő 90

iskoláslányt maga alá temette. Egy tíz éves gyermek meghalt, többen megsebesültek. A vihar a már említett területeken kívül még Bajorországban, Csehországban és Ausztriában is pusztított. A hegyvidékeken kiadós havazások voltak. Fichtelberg környékén 24 óra alatt 40 cm friss hó esett. Ausztriában a havazás és a lavínák elzárták az utakat. A repülőforgalom a vihar által érintett területelen leállt. Néhány kényszerleszállásról is érkezett hír, de ezek pontos száma és következményei nem ismeretesek. Több helyen zivatart is észleltek: így 21-én este a Ruhr-vidéken, 23-án délután Csehországban, ezen a napon este pedig Ausztriában. December 25-i jelentés szerint (Volksstimme, Wien) 115-re tehető a halálos áldozatok száma, akik közül legalább 74 ember szárazföldön lelte a halálát.

A következményeket tekintve tehát mindenképpen érdemes megvizsgálni, hogy milyen szinoptikus helyzet hozta létre ezt a nem mindennapi időjárást.

Átnézve a szinoptikus térképeket, láthatjuk, hogy a több napig tartó szélvihart két, rendkívül gyors vonulású ciklon okozta. A december 20-i helyzet szerint Észak-Európa felett egy középponti ciklon tartózkodott, amelynek hátoldalán lezúduló mérsékeltlen hideg, grönlandi eredetű levegő több hullámban haladt át szárazföldünk 50° N-től északra eső területein változékony, szeles időjárást okozva. A következő cikloncsalád első tagja már Grönland déli csúcsa körül látható, majd amikor területére hideg, sarkvidéki levegő áramlott be, a Dán-csatorna felett regenerálódott. Emiatt mozgása ENE, E, majd ESE irányúvá vált, és megyorsult. Minthogy nem volt már teljesen nyílt meleg szektorra, a rendkívül nagy sebessége fokozatosan lelassult. Izlandon át még több mint 36 m/mp, azaz 129 km/óra sebességgel haladt, de mikor elérte Svédország déli részét, ez már lecsökkent 13,9 m/mp-re, vagyis 50 km/óra. Ebben az időben erősödött a vihar orkánná az Északi-tengeren. A ciklon a következő 24 óra alatt egészen okkludálódott, középpontja a Keleti-tengerre helyeződött át és ott centrálisá vált, végül pedig 23-án beleolvadt a cikloncsalád utána következő tagjába, amelynek pályafutását szintén érdemes nyomon követni (1. ábra).

Ez a másodlagos ciklon (melyet nevezünk B-ciklonnak) először a 21-i 12 GMT térképünkön jelent meg, amikor elődje



1. ábra. Az A és a B ciklon pályája. A görbe feletti számok adják a ciklon magjában evő nyomást mb-okban a görbe alatti időpontban. A nyilak a geosztrofikus szél sebessége a 700, 500, ill. a 300 mb-os szinten

(az A-ciklon) már a Wick-sziget körül haladt. Kettőjük közötti távolság kb. 3000 km. A B-ciklonnak a következő 78 óra alatt megtett pályája majdnem pontos sinus-görbe. Ez a görbe emelkedő szakasszal kezdődik, a tetőpontot 22-én hajnal éri el Izlandtól SSW-re, a mélypontját pedig 23-án délelőtt Schleswig-Holstein fölött. Innen ismét NE-re hajlik a pálya és 24-én estére eléri a Pejpusz-tó vidékét. A sinus-görbe lefelé hajló ágán a legnagyobb a ciklon sebessége: 29 m/mp (104 km/óra). Ez ugyan kisebb, mint amekkorát az A-ciklonnál találtunk, de az A-ciklon hamarosan lelassult, míg a B jóval tovább megtartotta rendkívüli sebességét. Ilyenképpen 23-án reggelre a kettő közötti távolság már 520 km-re olvadt le. A B-ciklon vonulási sebességét összehasonlítottuk a 700, 500, ill. 300 mb szinten uralkodó geosztrofikus széllel. Ezeket az adatokat szintén feltüntetjük az 1. ábrán, mégpedig oly módon, hogy a nyilak hossza a 6 óra alatt megtett geosztrofikus szélutad adja meg. A pálya iránya legjobban a 700 mb-os szinten uralkodó geosztrofikus szél irányával esik egybe, és az is megállapítható, hogy a ciklon áthelyeződési sebessége a geosztrofikus szélnek kb. 0,6-szerese. A 23-án délutántól kezdve a topográfia térképekről már nem lehetett kimérni a ciklon magja feletti magassági szelet, mert valamennyi szinten zárt izohipszák jelentek meg, s így nem volt »vezető áramlás«.

A 2. ábrán bemutatjuk a B-ciklon frontjainak helyzetét december 21-én 12 GMT-től 24-én 18 GMT-ig 6 óránként. A frontokon kívül feltüntetjük a talajközeli légáramlás irányát is nyilakkal a hideg front mögötti területen és a meleg szektorban. A ciklonpályáról mondottakat egybevetve az itt látható adatokkal, megállapíthatjuk, hogy a B-ciklon viselkedése szép példáját adja az elméleti könyvekben lerögzített több szabálynak. Így pl.:

1. A meleg szektorban levő áramlás iránya megegyezik a ciklon vonulásának irányával (Bjerknes—Solberg-szabály).

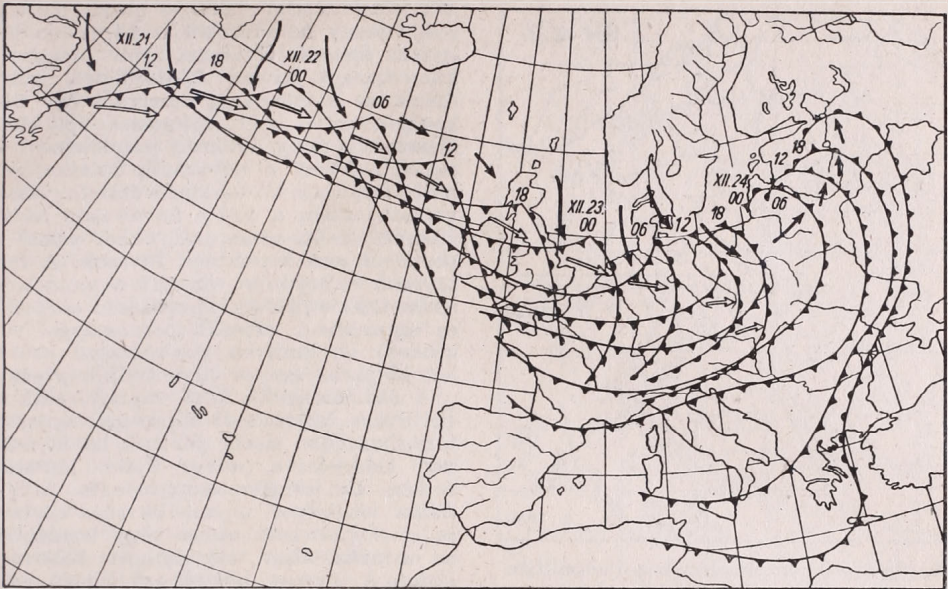
2. A ciklon mag mélyülése addig tartott, míg az okklúzió megkezdődött. Ekkor a ciklon lényegesen vesztett sebességéből.

3. Gyorsulás közben a ciklonmag útja jobbfelé kanyarodott, lefékeződés közben, pedig balra hajlott el.

4. Az A-ciklon elnyelése után kissé regenerálódott, újra megnövekedett kissé a sebessége, de természetesen nem ért el oly nagy sebességet, mint hullám-ciklon korában.

5. Az okkludálódás alkalmával a ciklonból »magas« képződmény lett, azaz a 700, 500, sőt a 300 mb-cs topográfián is megjelentek a zárt izohipszák.

Az alábbi táblázatban megadjuk az A-, ill. a B-ciklonnak a megjelölt időpont előtti hat óra folyamán megtett útját és átlagos sebességét.



2. ábra. A B ciklon frontjainak helyzete 6 óránként. A nyilak a talajközeli légáramlás iránya a hidegfront mögött, ill. a meleg szektorban

A-ciklon

Időpont GMT	Út km	Sebesség m/mp
XII. 21. 00	800	57,1
06	780	36,2
12	640	29,7
18	460	21,3
XII. 22. 00	300	13,9
06	170	7,9
12	120	5,6
18	120	5,6

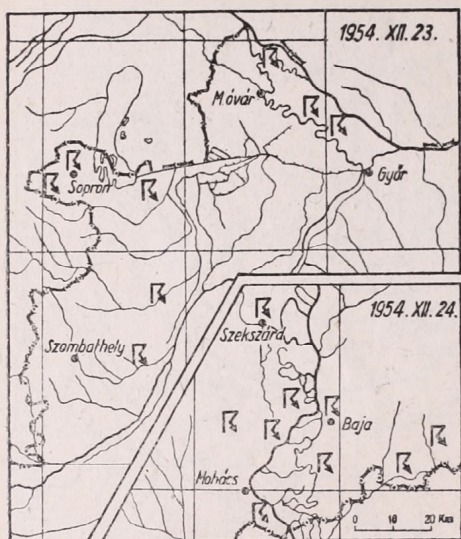
B-ciklon

Időpont GMT	Út km	Sebesség m/mp
XII. 21. 18	460	21,3
XII. 22. 00	520	24,1
06	580	26,9
12	630	29,2
18	570	26,4
XII. 23. 00	540	25,0
06	440	20,4
12	200	9,3
18	200	9,3
XII. 24. 00	210	9,7
06	180	8,3
12	210	9,7
18	230	10,7

Most pedig vizsgáljuk meg, hogy hazánk időjárásában milyen eseményeket okozott e két ciklon gyors vonulása. Az A-ciklon

tőlünk elég távol centrálissá vált, frontjai csak okklúzió formájában érintették a Kárpát-medencét. Így különlegesebb események nem kísérték átvonulását. A B-ciklon ezzel szemben nem rekedt meg tőlünk északra, hanem tovább vonult északkelet felé, a frontjai még nem záródtak teljesen, a meleg szektor érintette a hazánk területét. A hidegfront 23-án az esti órákban érte el a Kárpát-medencét, miután már a Cseh-medencében és Bécsben — amint már említettük — zivatarokat okozott. A zivatarok szórányosan a Dunántúlon is felléptek: Sopronból, Duna-kilitiből, Brennbérgbányáról, Fertődről, Hédervárról, Ásványróról, Vasegerszgeről és Pecőlről jelentettek villámlást és mennydörgést. Másnap, 24-én este ismét voltak zivatarok, de már nem ettől a fronttól, hanem a B-ciklon másodlagos hidegfrontjától. Ezúttal Baján, Nagybaracsán, Szekszárdon, Bátán, Pörböllyön, Vizslakon, Véménden, Katymáron és Bácsalmáson észlelték a decemberben ritka természeti tüneményt. A szélvihar végig seprte hazánkon, de különösebb károkról nem érkezett jelentés.

Végül tegyük említést, hogy mekkora hőmérsékletváltozást okozott a hidegfront hazánk légtérében. Ennek meghatározására a 23-án délután és a 24-én délután Budapesten végzett rádiószondás felszállás adatait vizsgáljuk meg. Ezek szerint az alsó néhány száz méteres réteget leszámítva



3. ábra. Zivatarok eloszlása hazánkban XII. 23-án és 24-én

kb. 5000 m-ig 7–8 fokos, efelett több mint 10 fokos a lehülés. A 6000 m körüli rétegben 14 foknyi hűlést jegyeztek fel a műszerek. Rövidebb időre szóló összehasonlítás nem volt lehetséges, mivel 24-én hajnalban épp a szélvihar miatt nem készülhetett rádiószonda felszállás. Az észlelt nagy hőmérsékletkülönbség-magyarázatul szolgálhat a zivatarok fellépésére.

Osszefoglalva: két, rendkívül gyorsmozgású ciklon tört be egymásután az Északi-, ill. a Keleti-tengerre. Ennek következtében szárazföldünk nyugati és középső részei felett szokatlanul heves szélviharok léptek fel, amelyek számos emberáldozatot követeltek és nagy anyagi károkat okoztak. A ciklonok pályáin jól lehet tanulmányozni az elméleti szinoptika néhány tételét.

Ozorai Zoltán

NÉHÁNY MEGJEGYZÉS A HÓFÚVÁS FOGALMÁRÓL ÉS ELŐREJELZÉSÉRŐL

Az idei tél folyamán többször szerepelt a Meteorológiai Intézet rádiójelentésében a hófúvásokról szóló előrejelzés. A hófúvások az ország közlekedésügyét erősen érintő jelenségek és ma már megvan a lehetőség ahhoz, hogy keletkezésüket másfél napon belül megbízhatóan előrejelezhessük. Az előrejelzés azon alapszik, hogy a hóakadályok képződéséhez kétféle meteorológiai feltételnek kell összetalálkoznia: heves, lökéses jellegű szélnek kell fellépnie és porhóállapotban levő, könnyen mozgó hónak kell a földön feküdnie. Igen nagy hőtöme-

gek jelenléte *nem szükséges* hozzá, mert a szél vékony hótakaróból is képes akadályokat építeni. Gyakran több négyzetkilométernyi szabad földterületről származik az a hóanyag, amelyből egy útbevágásban a szél hótörleszt épít fel. Másrészt a nagy hőtömeg jelenléte *nem is elegendő feltétel* a hófúvások keletkezéséhez, mert ha a hó felszínén összefagyások vannak, akkor a szél a havat nem tudja felkapni, és ha nincs szél, akkor persze a porhóból sem képződnek fúvások. A hófúvások előrejelzése eszerint a szélnek és a hőmérsékletnek az előrejelzésén alapszik és ugyanolyan mértékű pontossággal végezhető el, amilyen pontossággal ezt a két időjárási elemet előre tudjuk jelezni.

A rádióhallgatók közt vannak, akik a »hófúvás« kifejezéssel nincsenek egészen tisztában. Azt hiszik például, ha hófúvás van előrejelezve, akkor újabb havazás is lesz. Ez természetesen tévedés. A hófúvás lehetséges ugyan havazás közben is, de legtöbbször utána vagy legalábbis a havazás vége felé szokott bekövetkezni. A lökéses, hömpölygő jellegű erős szelek, amelyek a hidegfrontokon lépnek fel, szárnyukra veszik az egy napos, többnapos, esetleg többhetes hótakarót is akkor, ha a hórég felszíne porhóállapotban van. A Meteorológiai Intézetnek egyik fontos feladata, hogy a hóakadályok keletkezését előrejelezze még akkor is, ha az akadályok nem új havazásból, hanem meglevő hórétegből keletkeznek. Nincs semmi ellentmondás sem abban, ha egy előrejelzés úgy hangzik, hogy havazás nem lesz, de hófúvások sok helyen lesznek.

Aujeszky L.

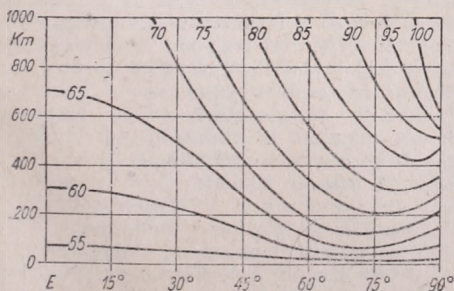
HIPPOCRATES ÉS A BIOKLIMATOLÓGIA. 1955. I. 27-én Dr. Kérdő István, az ORFI kutató-orvosa, a Meteorológiai Társaság Orvosmeteorológiai Szakosztályának titkára, az Országos Orvostörténelmi Könyvtárban előadást tartott *Hippocrates és a bioklimatológia* címmel. Hippocrates aforizmáinak 3. fejezetével, a »Levegőről, vizekről és helyekről«, és »A járványokról« írott munkáival foglalkozott, s azokban a légköri tényezőkről és az éghajlat élet-tani hatásairól található megállapításokat ismertette, s egybevetette azokat a bioklimatológia jelenlegi megállapításaival. Bebizonyította, hogy az ókor kiváló orvosának legtöbb megfigyelése ma is helytálló. Természetesen igen sok jelenséget, amit Hippocrates még csak megfigyelt és leírt, a modern orvostudomány és meteorológia pontosan meg tud magyarázni. Az előadás tanulságaként megállapítható, hogy ma is érdemes Hippocrates műveit forgatni, mert igen sok értékes gondolatot találhatunk azokban.

Z. A.

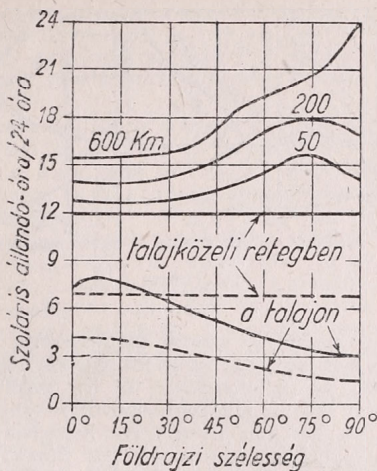
A NAPPÉNYTARTAM ÉVI ÖSSZEGEI A MAGASLÉGKÖRBEŒEN.

A magaslégkör sugárzásviszonyainak kialakításában, az egyéb tényezők mellett, igen nagy szerepet játszik a napfénytartam évi összegeinek eloszlása. Ennek oka az, hogy míg a földfelszinen a csillagászatilag lehetséges napfénytartam évi összege az év óráinak pontosan 50%-a, függetlenül a földrajzi szélességtől, addig a magasabb rétegekben már jelentős különbségeket találunk. A magasság növekedésével a csillagászati nappalhosszúság nő. Ez a növekedés az Egyenlítő vidékén, talajközelpben, 50 km-enként kb. 1 órát tesz ki, a 70–75 fokos szélességeken azonban eléri a 3–4 órát is. Emiatt a napfénytartam évi összegeinek eloszlása feljebb már határozott elrendeződést mutat a szélességi körök mentén, méghozzá úgy, hogy a sarkok felé a napfénytartam összege nő. E kérdést közelebbről *Olov Lönnquist* vizsgálta meg (*Annalen der Meteorologie*, 1952. 5. J. 7–12.). Az ismert gömbháromszögtani képletekből kiindulva számításokat végzett a légkörnek az Egyenlítőtől a Sarkokig és a talajtól 1000 km magasságig terjedő rétegére nézve. Először a nappalok hosszának eloszlását határozta meg minden hónap 21-ik napjára nézve. Ebből minden egyes szélességi körre megállapította a nappalhosszúság évi menetét és minden ilyen görbéből grafikus integráció segítségével az évi közepes nappalhosszúságot, illetve a napfénytartam évi összegét, százalékokban kifejezve (1. ábra).

Másféle szemléltetési módszert alkalmazva, egy-egy adott szintre vonatkozóan is megálhatjuk a napsugárzás eloszlását (2. ábra). A folytonos vonalak légkör nélküli viszonyokra vonatkoznak, a földfelszínnek, a földközeli légrétegeknek, az ozonoszféra felső rétegének (50 km), az F-rétegének (200 km), és a 600 km-es rétegnek sugárzásviszonyait jellemzik. Érdekes, hogy pl! 200 km-en a maximális napfénytartamérték nem a Sarkok felett, hanem a 70–75 fokos szélességeknél lép fel.



1. ábra

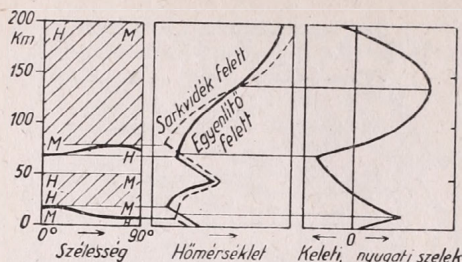


2. ábra

A szabadlégkör viszonyaival ellentétben a talajon a nap állásszögének változását is figyelembe kell venni. Így nyertük a 2. ábrán a legalsó folytonos vonalat (*Milankovič*).

Az elnyelés hatását csak a földfelszínre ismerjük. *Milankovič* szerint ez a hatás növekvő földrajzi szélességgel nő, azonban a *Perl* által 1935-ben megadott sugárzás-mérések szerint a légkörön át megtett út meghosszabbodásának hatását, a Sarkok felé az átlátszóság növekedése ellensúlyozza. Az átbocsátási együttható 0,70 az Egyenlítő vidékén és 0,85 a 75 fokos szélesség táján. Az úthossz és az átbocsátási együttható együttes hatása a napsugárzás energiáját 60%-ra csökkenti, függetlenül a földrajzi szélességtől.

A légkör felsőbb rétegeinek viszonyaira nem lehet a talajközeli viszonyokból következtetni, azonban a szerző véleménye szerint valószínű, hogy az 50, 200 és 600 km-re vonatkozó görbék nagy vonalakban jellemzők az elnyelés által kialakított sugárzásviszonyokra is, és a magasabb szélességeken talált maximumok az elnyelési hatások következtében sem tolnának el. Felvetődött az a kérdés, hogy a napfénytartam fenti eloszlása nem adhatja e meg a magyarázatot a *Götz* és *Mitra* által bemutatott ózoneloszlásra. A kérdés indokolt, mivel az ózonkoncentráció maximuma is a magasabb szélességeken van, ahol a napfénytartam legnagyobb értékeit is megtaláljuk, azonban beláthatjuk, hogy az összefüggés csak látszólagos, mert az ózon tömegének legnagyobb része 30 km alatt van, ahol *Lönnquist* számításai szerint a napfénytartam még nem mutat nagy értéket.



3. ábra

Befejezésül a szerző megkísérelte azt, hogy a légkör magasabb rétegeinek hőmérséklet- és széleloszlását az évi napfénytartam értékeinek segítségével rekonstruálja. A két ún. inszolációs rétegben, az ózonoszférában (20 és 50 km között) és az ionoszférában (80 km-től felfelé), a földrajzi szélességek szerinti hőmérséklet-eloszlást a Nap besugárzása határozza meg. Itt elsődleges hatásnak az inszolációt tekintjük, így a talajközelségben az Egyenlítő vidéke a legmelegebb, az inszolációs rétegekben viszont a magasabb szélességek feletti övezet. A közbeeső rétegekben csaknem egyáltalán nincs abszorpció. E feltevések alapján a keresztmetszeten kijelölhetjük a meleg (M), és hideg (H) területeket. Az inszolációs rétegek alsó határain tropopauza jön létre az egyensúlyt kialakító folyamatok különbözősége miatt. Mindkét tropopauza szükség szerűen magasabban helyezkedik el a melegebb övezet felett, így a felső tropopauza a Sarkok felett magas és hideg lesz, éppen úgy, ahogy az alsó tropopauza magas és hideg az Egyenlítő felett.

A fentiek szerint két hőmérséklet-magassági görbét adhatunk meg. Egyet az alacsonyabb szélességekre és egyet a magasabbakra nézve. Ezen görbékben az inszolációs rétegekben inverziókat, a tropopauzák alatti rétegekben pedig adiabatikus gradienseket találunk. A 3. ábra jobboldali részén a közepes szélességekre vonatkozó függőleges széleloszlást láthatjuk. A szélprofil részletei azt mutatják, hogy a keleti szelek maximuma 75 km-en hasonló futóórám formát ölt, mint a nyugati szelek jól ismert maximuma 13 km-en. Ugyanakkor a 140 km-en látható szélmaximum sokkal tompább, ami összefügg azal, hogy ebben a rétegben nincs tropopauza.

Az ismertetett tanulmány főérdeme talán az, hogy felhívja a figyelmet a nap-sugárzás-probléma néhány érdekes és modern kérdésre, azonban a nagyrészt ellenőrizhetetlen következtetéseket kritikával kell fogadnunk.

Czelnai L. Rudolf

TÉLI ZIVATAROK ÉS ÉRDEKES FRONTÁLIS HŐMÉRSÉKLETVÁLTOZÁSOK 1955. JANUÁR 17-ÉN.

Ennek a napnak a koraregeli óráiban nem egy rádióhallgató csodálkozva fordult hangszórója felé, mert a hajnalban kiadott időjárás jelentés azt helyezte kilátásba, hogy — tél közepén! — zivatarok lesznek. Sokan el sem hitték, hogy ez az előrejelzés beválhasson. A téli zivatar Magyarországon annyira ritka jelenség, hogy egy ember életében alig néhányszor fordul elő; sokan nem is tudják, hogy ez lehetséges. A kételkedések azonban csakhamar szétoszlottak. Budapest felett már reggel 8 óra 30 perckor kitört a zivatar és ha a városi zajban nem ismerte is fel mindenki a mennydörgéseket, de a villámlást igen sokan látták. A délelőtt folyamán az Alföldön is többielyen volt zivatar. A zivatar alatt nemcsak eső esett, hanem jég szemek is hullottak, mégpedig nem a télen szokásos daraeséssel, hanem valódi jégcsökökkel volt dolgunk.

A téli zivatar keletkezési feltételei, amelyek előrejelzését is lehetővé tették, a következők voltak. Évtizedes szinoptikai anyag tanúsítja, hogy téli zivatarok keletkezéséhez Magyarországon a következő feltételek beteljesülése szükséges: 1. az évszakhoz képest abnormisan enyhé és nagy vizgőztartalmú légtömeg jelenléte (szubtrópusi levegőfajta); 2. a szubtrópusi levegő közvetlen szomszédságában egy sarkvidéki levegőfajta jelenléte; 3. a sarkvidéki levegő nagysebességű előnyomulása arra a területre, amelyet előzetesen a szubtrópusi levegőfajta borított be.

A téli zivatar feltételeinek ehhez a felsorolásához magyarázatként hozzá kell fűznünk, hogy az 1. feltétel egymagában véve még elég gyakran teljesül, legalábbis az enyhébb jellegű teleken; viszont a 2. feltétel már sokkal ritkábban. A légtömegek ugyanis többnyire úgy helyezkednek el Európa felett, hogy a szélsőségesen meleg és szélsőségesen hideg levegő nem kerül közvetlenül egymás mellé, hanem közöttük átmeneti tulajdonságú levegőfajta (egy vagy több levegőfajta) széles sávban helyezkednek el és a két szélsőséges levegő érintkezését lehetetlené tesszik. A 3. feltétel még azt is megkívánja, hogy a két szélsőséges tulajdonságú légtömeg ne csak egymás mellé kerüljön, hanem a szélsőségesen hideg légtömeg heves mozgást is végezzen, terethődítva a vele szomszédos szubtrópusi levegő rovására. A január 16-áról 17-ére virradó éjszakán mindezek a feltételek teljesültek Közép-Európa felett és ez módot adott a téli zivatar ritka jelenségének előidézésére.

A téli zivatar keletkezéséhez szükséges szubtrópusi légtömeg 16-án este hatolt be az országba és a Dunántúl északi felé-

ben a hőmérsékletnek igen érdekes alakulását idézte elő. Napközben ezen a területen a fagypont közelében volt a hőmérséklet, az esti órákban ellenben 10° fölé emelkedett, egyes helyeken elérte a $11-12^{\circ}$ -ot, majd 17-én napkelte után ismét $2-5^{\circ}$ közelébe és a déli órákban még a acsonyabbra szállt le.

Budapesten a Meteorológiai Intézetben a téli zivatar napján a reggeli hőmérséklet 6° volt, de közvetlenül a frontátvonulás előtt, 8 óra tájban, 9° -ra szökkent fel. A frontátvonuláskor viszont 4 fokra zuhant és három órával később egy kis másodlagos záporfront átvonulásakor már hózápor zúdult a fővárosra.

Még hirtelenebbül ment végbe a frontátvonulással járó hőmérsékleti zuhanás Baja—Szeged vidékén. Jan. 17-én a 11 órai észleléskor Baján még 12° , Szegeden 11° volt; egy órán belül Baján 11 fokkal, Szegeden 8 fokkal csökkent a hőmérséklet és mind a két helyen hózápor tört ki.

A hideg légbetörés folyamán előfordult legerősebb szellőkés sebessége Budapesten a Meteorológiai Intézetben 24 m/mp, az Intézet lőrinci obszervatóriumában pedig $28,5$ m/mp volt.

A téli zivatar ritka jelensége az idei tél folyamán már előbb is fellépett egyszer az ország területén; éspedig közvetlenül karácsony előtt, december 23-án, egészen hasonló szinoptikai körülmények között, többhelyen volt zivatar a Dunántúl egyes vidékein. A főváros felett ez a front 23-án este 7 órakor heves záporosóval vonult át, de zivatar akkor Budapesten nem alakult ki.

Aujeszky László

A FÖLDKÖZELI LEVEGŐRÉTEG ÉGHAJLATÁNAK VÁLTOZÁSA AZ ASZÁLYOS KERÜLETEK TALAJÁNAK JAVÍTÁSÁKOR. A Szovjetunióban az utóbbi években számos kísérleti kutatást szerveztek az aszályos kerületek meteorológiai, klimatológiai és hidrológiai viszonyainak a talajjavítás következtében várható változásai kutatására. Nevezetesebb expedíciók voltak — többek között — a Központi Geofizikai Laboratórium expedíciója O. A. Drozdov professzor vezetése alatt 1951-ben a Voronyezsi kerület Kósztyep nevezetű oázisában és 1952-ben D. L. Lajchtmán professzor vezetése alatt Közép-Ázsia Pachta-Aral oázisában. Az expedíciók kutató munkájának eredményeit M. I. Budíko és H. P. Pogozsjan professzorok ismertették a *Priroda* egyik legutóbbi számában (1954. 5., 45—51 l.).

Az expedíciók a kutatókhoz a legmodernebb elektromos regisztráló műszereket alkalmazták. A műszerek sorát füstgyertya, rögzített aerosztát, kiegyensúlyozott léggömb és repülőgép egészítette ki.

A széles programmal dolgozó expedíciók mellett a rendszeres, egész évben folytandó kutatásokra is több állomást létesítettek. Ezek szűkebb programmal dolgoznak.

Ismeretes, hogy az aszály elleni küzdelem módja a sztyepes területeken főkép a mezővédő erdősávok létesítése, a sivatagos és félsvatagos területeken pedig az öntözés.

A csapadékra vonatkozóan egyöntetűen megállapították a kutatások, hogy az erdősávok létesítése, illetve öntözés bevezetése után a csapadék csak egészen kis mértékben növekszik. A csapadék mennyiségének növelése tehát az aszály elleni küzdelemben nem lehet jelentős tényező.

Az erdősávok hatásának főtényezője a *szélvédő* hatás. Az átfúható (nem nagyon széles) erdősávok közötti szántóföldeken csökken a légáram mozgási sebessége a föld felszínének közelében s csökken a vertikális áramlatok intenzitása is a földközeli levegőrétegben (a magasabb rétegekben növekszik a vertikális áramlás).

A vertikális, örvénylő mozgások csökkenése nagyjelentőségű; csökken az örvénylő mozgások okozta *hőkehordás* és a porviharok képződésének lehetősége.

Másképpen hat az átfúhatatlan (szélesebb) erdősáv. Mögötte kis védett zóna keletkezik, utána a szálesség rohamosan erősödik s a vertikális áramlások csökkenése a földközeli levegőrétegben nem figyelhető meg.

Az örvénylő mozgások gyöngülése csökkeneti továbbá a talaj párolgási képességét s ezzel a *talajnedvesség* jobb megőrzését segíti elő. A növényzet által elérhető talajnedvesség mennyisége az erdősávok közötti szántóföldeken $30-40\%$ -kal növekedhet. A talajnedvesség növekedése következtében *erősödik a produktív párolgás* (a növények transpirációja) az improduktív párolgás (talajpárolgás) terhére. Ez a terméshozam növekedéséhez vezet. A Kósztyepben a termés $150-200\%$ -kal nagyobb az erdősávval védett területen, mint a nem védetten.

Öntözés alkalmával a talaj és a talajmenti légréteg természetserien nedvesebb lesz. A talajmenti légréteg nedvessége nagy területek öntözése esetén $20-30\%$ -kal is emelkedhet. Ez az *albedó* nagyságának és a *hosszúhullámú hővesztésnek* csökkenését s ezen keresztül a *sugárzási egyenleg* 40% -ig terjedhető *megnövekedését* okozza.

A párolgásra fordított hővesztés növekedése (egy hónap alatt a sivatagi cm^2 -kénti 1 nagy kalóriáról 7 nagy kalóriáig) azonban felülmúlja a sugárzási egyenleg növekedését s így csökken a talajfelszín hőmérséklete ($15-20$, vagy még nagyobb $\%$ -kal), csökken a melegnek a földfelület által a levegőbe való átadása,

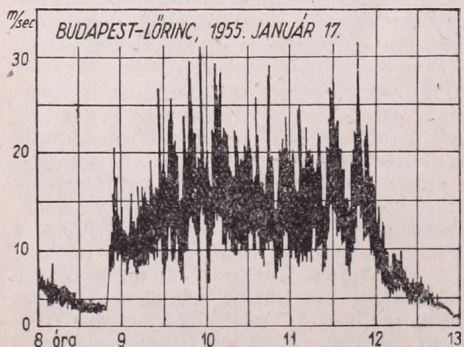
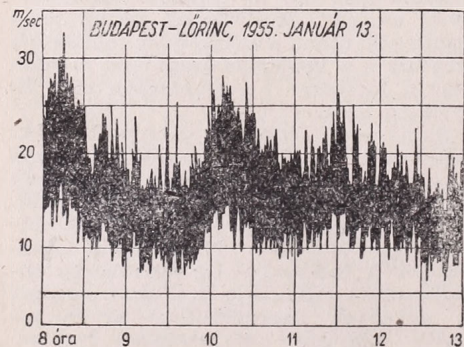
csökken a konvektív hőtadás és a turbulencia. A talajmenti légréteg hőmérsékletének csökkenése azonban csak megfelelő nagyságú terület öntözése esetén következik be s az öntözött terület nagysága szerint a csökkenés 2–5 fokot érhet el.

Az öntözött sivatag és félsivatag éghajlata tehát az enyhébb sztyepes területek éghajlatához válik hasonlóvá.

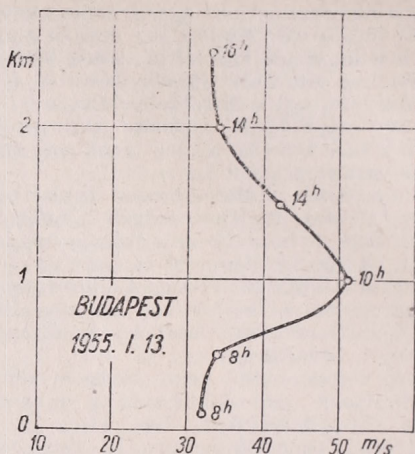
Kiss Árpád

SZÉLVIHAROK BUDAPEST FÖLÖTT 1955 JANUÁRJÁBAN. Január 13. és 17. között gyors átalakulások tettek változatos Magyarországi időjárását. Ebben az időszakban három szélvihart észleltek Budapesten. Ezek mind a szél struktúrájában, mind pedig a szélerősség függőlegesen eloszlásában lényegesen különböztek egymástól. Ezek közül az első január 13-án vonult át a város fölé, a másodikat csak az aerológusok észlelték január 15-én, a harmadik pedig január 17-én heves téli zivatar kíséretében jelentkezett.

Január 13-án a reggeli órákban támadt fel a szél, hamarosan felerősödött (1. ábra) és 8 óra után a NW szél sebessége egyes lökésekben meghaladta a 32 m/s értéket. Ha ennek a viharnek széldiagrammját a



1. ábra. A szélsébség ingadozása a Fuess-féle univerzális széliró feljegyzései szerint a pestlőrinci Obszervatóriumban 1955. január 13-án és 17-én



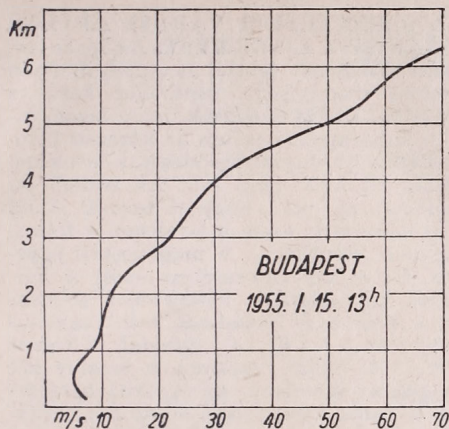
2. ábra. A maximális szélsébség értéke különböző magasságokban a pestlőrinci Obszervatóriumban 1955. január 13-án

január 17-ivel összehasonlítjuk, azonnal feltűnik a szélstruktúrában mutatkozó nagy különbség. Január 13-án az egyes szélhőkészek gyorsan követték egymást, a szélmérő iróberendezése 15–20 m/s értéket meghaladó nagy átlagsébség körül aránylag kis kilengéseket mutatott.

A január 17-i széldiagramm ennél sokkal szeszélyesebb széleloszlást, változó-konyabb szélsébségeket mutat. Az előbbivel körülbelül azonos nagyságú szélhőkészek ritkábban következtek egymás után s a 30 m/s sebességű szélhőkészeket aránylag esendesebb időszakok veszik közre.

A január 13-i szélvihart dinamikusn fejlett, a magas légrétegekre kiterjedő hidegfront vezette be. A szél maximális sebessége felfelé haladva fokozódott (2. ábra). Ez a maximális szélsébség a nagyobb magasságokban később következett be, mint a talajon. Az ábra január 13-án 8 óra és 16 óra között két óránként végzett pilótmérések alapján készült. Megadja az egyes magasságokban észlelt legnagyobb szélsébséget, a görbe mellé írt számok pedig azt az időpontot tüntetik fel, amikor ezt a maximális szélsébséget észlelték. Láthatjuk, hogy 500 m magasságban a legnagyobb szélsébség 34 m/s volt 8 órakor, 1000 m-ben 51 m/s-ot ért el 10 órakor. Ebben a légrétegben fújt a legerősebb szél. 1500 m és 2000 m magasságban 14 órakor következett be a szélsébség maximum 42 és 34 m/s értékkel, 2500 m magasságban pedig 16 órakor fújt a legerősebb szél mindössze 16 m/s sebességgel.

A január 17-i szélvihart nagy termikus stabilitás előzte meg. Ebben az esetben a front kinetikai energiájához jelentékeny mértékben hozzájárult a stabilitási energia



3. ábra. A szélesebbség növekedése a magassággal a pestlőrinci Observatórium fölött 1955. január 15-én

is és szeszélyes térbeli eloszlásával erősen lökéses jellegű szélvihart okozott. Ezen a napon a szélesebbség a magasban nem ért el jelentékenyen nagy értékeket.

A két szélvihar között, január 15-én az alsó troposzféra aránylag nyugodt rétegei fölött igen heves magas szélvihar, ún. futóáramlás (jet stream) vonult át. A szélesebbség függőlegesmenti növekedését a 3. ábra mutatja. Látjuk, hogy az alsó légrétegekben 5–6 m/s a szél sebessége, 4 km magasságban a szélesebbség már 30 m/s, e fölött pedig 6 km magasságban 65–70 m/s értékre növekedett. Ezt a szélmérést a két óra múlva végzett rádiószondás mérés igazolta. A futóáramlások vizsgálata kimutatta, hogy ezek belsejében, a tropopauza tájékán jelentkeznek a legnagyobb szélesebbégek és így feltehető, hogy ezen a napon 8–9 km magasságban 70 m/s-nál jóval nagyobb volt a szél sebessége Budapest fölött. Földünknek azon övezeteiben, ahol a tropopauza közelében a futóáramlások aránylag sűrűn jelentkeznek, nem ritkák ezek a nagy szélesebbégek. A tatenói japán observatórium mérései szerint a téli hónapok közepes szélesebbége 9–10 km magasságban ezen a vidéken kb. 70 m/s és előfordul 100 m/s nagyságrendű szélesebbég is. A megfigyelések szerint a futóáramlás fellépése együtt jár a tropopauza felszakadásával és átalakulásával. Ezzel a megfigyeléssel összhangban vannak a budapesti mérések is. Január 15-én 15 órakor a tropopauza magassága Budapest fölött 9500 m, hőmérséklete pedig -56° volt. Huszonnégy óra múlva a tropopauzát 2700 m-rel magasabban találták meg s hőmérséklete 11° -kal alacsonyabb volt. A futóáramlás felléptét tehát a tropopauza

erős átalakulása kísérte. A futóáramlás valószínűleg jóval gyakrabban jelenik meg fölöttünk, mint ahogyan azt észleléseink kimutatják. Erre a célra rádióhullámokkal végzett szélmérésekre lenne szükség, annál is inkább, mivel a futóáramlás vizsgálata a nagy magasságban végrehajtott repülések biztosítása miatt igen fontos meteorológiai feladat.

Béll Béla

A CORIOLIS ERŐ FIGYELEMBEVÉTELE VÖLGYI SZELEK VIZSGÁLATÁNÁL

Ismeretes, hogy a síkságok és hegyek különböző sugárzásviszonyai légmozgásokat hoznak létre. Éjjel az erősebben lehűlt levegő, megkeresve a mélyedéseket, szakadékokat, lejtős irányú völgyeket, lefolyik a hegyoldalra. Nappal nagyjából ellentétes folyamatok játszódnak le. Ezeket a légmozgásokat közös néven völgyi szeleknek nevezik. A velük kapcsolatos kérdések megvizsgálására sok kísérlet történt, de még az sincs tisztázva teljesen, hogy a számításoknál egyáltalán milyen tényezőket kell figyelembe vennünk.

E kérdésben új szempontokat világít meg Thomas A. Gleeson a Journal of Meteorology, 1953 augusztusi számában. »The Effects of various factors on valley winds« című cikkében. Egy lejtős völgy szélvizonyainak matematikai leírását adja meg az idő és magasság függvényében. Figyelembe veszi a napi hőmérsékletváltozást, a völgyfenék lejtését, a völgy falainak csatornahatását, a sűrűlódást és a Coriolis erőt. Az ilyen természetű munkákban a Coriolis erőt általában nem szokták számításbavenni, mert feltételezik, hogy a völgy csatornahatása megakadályozza minden eltérítő hatást. Gleeson rámutat arra, hogy a csatornahatás nem tekinthető teljesnek, mivel a völgyet felülről határoló, viszonylag nyugalomban levő levegő nem alkot teljesen merev határfelületet. Feltételezi, hogy a völgytengely irányába mutató nyomási gradiens által létrehozott légmozgásra hat a Coriolis erő. A völgy tengely irányától eltérő légáramlás a völgy egyik oldalán konvergenciát, másik oldalán divergenciát hoz létre. Ily módon egy keresztirányú nyomási gradiens alakul ki, amely a légmozgást visszakényszeríti az eredeti pályára. A szerző a visszatérítőerőt, a Coriolis erő analógiájára, a sebességgel arányosnak tekinti, paraméterét q -val jelöli és a mozgásegyenletekbe az »f« Coriolis paraméter helyébe $(f-q)$ -t ír. A q paraméter értéke 0 és f között változhat. Ha a csatornahatás teljes, akkor $q = f$, és akkor nincsenek a völgyben keresztirányú szélkomponensek. Ha egyáltalán nem érvényesül a csatornahatás, akkor $q = 0$, és a Coriolis erő szabadon kifejti hatását.

Gleeson számításokat végzett, különböző q értékeket véve alapul. A kapott eredményeket összehasonlította Hann és Süring méréseivel, amelyeket egy Innsbruck melletti völgyben végeztek 1929 és 31-ben. Az átlagos szélviszonyok alapján megállapította, hogy a legjobb közelítést $q = 0,5$ f mellett kapjuk. Ezzel bebizonyosodott, hogy a völgy csatornahatása nem tekinthető teljesnek és így a Coriolis erő figyelembevétele ajánlatos.

Czelnai L. Rudolf

KÜLÖNÖS KIFOGÁS AZ IDŐJÁRÁSI JELENTÉSEK MEGFOGALMAZÁSA ELLEN. A *Természet és Társadalom* 1954. november havi számában érdekes cikk jelent meg Ferenczy Géza tollából »A tudományos tolvajnyelv« címen. A cikk ostorozza a felesleges, tudálékoskodó kifejezőmódokat és elijesztő példák közt egy olyat is találunk, amely igazságtalan támadást tartalmaz az időjárási jelentések megfogalmazása ellen. Szerző ugyanis a 684. oldalon következőket írja: »A milliókknak hirdetett időjárásjelentésben pedig hében is, hóban is (így!) északi vagy déli légáramlást emlegetnek, a „tudománytalan” szél helyett.«

Az olvasók többsége bizonyára észrevette, hogy a szerzőnek a vádja tévedésen alapszik. A szerző szem elől téveszti, hogy szél és légáramlás nem azonos fogalmak. Úgy képzeli, mintha a Meteorológiai Intézet a szél szó helyett használná a légáramlás kifejezést. Pedig a légáramlás olyan gyenge légmozgásnak a jelölésére szolgál, amelyet a köznyelven nem hívnak szélnek.

Hogy az Intézet nem »tudálékoságból« mellőzi egyes napokon a szél szót, az abból is kitűnik, hogy sok más napon viszont használja. Éppen olyan gyakran találkoznak vele az időjárási jelentésekben, mint az eső, hó, napsütés szavakkal és az időjárásra vonatkozó más közhasználatú kifejezésekkel.

Mindig nagy gondot fordítunk arra, hogy a nyilvános jelentések szövege mennél világosabb, mennél egyszerűbb, mennél könnyebben érthető és mennél magyarosabb legyen. De viszont a gazdasági élet megkívánja, hogy a légmozgás különböző fokozatai között különbséget tegyünk. A fogalmak *szabatos megkülönböztetése* nem tudálékoság, hanem a *tudomány alkalmazásának egyik előfeltétele.*

Aujeszky László

A SZENNYEZETT VÁROSI LEVEGŐ CSÖKKENTI A TERMÉST. Az ipari termelés sok szennet éget el és ennek nyomán tetemes mennyiségű kéndioxid kerül a levegőbe. Eddig is tudták, hogy bizonyosfokú koncentráció esetén az károsan befolyásolja a növényzet fejlődését, a leveleken foltok jelennek meg stb. Az eddigi tapasztalat az volt, hogy a termés addig nem károsodik, amíg a leveleken a foltosság nem jelentkezik. A manchesteri egyetem Botanikai Intézetében ezzel a kérdéssel kapcsolatban kísérleteket folytattak a kéndioxid hatásának a kivizsgálása érdekében. J. K. A. Bleadale (*Nature* 169., 376, 1952) beszámolója szerint két üvegházát építettek, az egyikbe bevezették a város szennyezett levegőjét, a másikba pedig olyan levegő került, amelyet előbb a szennyezettségtől megszűrtek. A kísérleti növény takarmánynövény volt, angol perje (*Lolium perenne L.*). Az üvegházakban különböző termékenységgű talajokba vetették el a növényeket, s a talajok termékenységét kétféle jelzessel osztályozták, magas és alacsony termékenyséűnek. A termés kiértékelésekor kitűnt, hogy egyetlen parcella kivételével a tisztított levegőjű üvegház parcelláinak termése szignifikánsan felülmúlta a szennyezett levegőjű természetű szárazanyag mennyiségben. Minthogy egyébként a viszonyok az üvegházban egyformák voltak, a terméskülönbség kizáróan a levegő szennyezettségére volt visszavezethető. A dolog érdekessége azonban az, hogy a növényeken külső károsodásnak semmi nyoma nem volt látható. A kísérlet folyamán mérték a kéndioxid koncentrációját is, és az az egész idő alatt alatta maradt annak az értéknek, amit eddig károsnak tartottak.

Manchesterben és környékén ugyanazzal a növényvel szabadföldi kísérleteket is állítottak be. A kísérleti területek egy része a várostól távol, szennyezetlen levegőben volt beállítva. A kísérleti parcellák növényeinél nagyságban, a növényzet sűrűségében és a termés mennyiségében a szabadterületi parcellák javára határozott többlet jelentkezik.

A kísérlet határottan amellet bizonyít, hogy a levegőben levő kéndioxid károsan befolyásolja a növény fejlődését és a termésmennyiségben csökkenést okoz akkor is, hogyha ennek nyoma a növényen nem fedezhető fel.

Berényi Dénes

Kiadásért és szerkesztésért felelős: dr. Dési Frigyes

A METEOROLÓGIAI INTÉZET ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HIVATALOS LAPJA

Megjelent 1000 példányban 2-550236 Athenaeum (F. v. Soproni Béla)