



Berényi Dénes:

Újabb statisztikai módszerek alkalmazása a klimatológiában

Összefoglalás: A szórásElemzés elméletének ismertetése után 5 magyarországi és 2 külföldi állomás hő-nérsékleti sorának évi középhőmérsékleteit elemzi a dolgozat a fenti módszerrel. A magyar sorozatokban 1893—94 táján jelentkezett éghajlatinga-lozásra valló törés. Szeged és Budapest sorozataiban különböző okokra visszavezethető inhomogenitás mutatható ki. A szórásElemzés megállapításait a dolgozat irányvonal (*trend*) egyenletekkel is igazolja. A szórásElemzés hosszú sorozatok egyneműségének elemzésére alkalmasnak bizonyul, lehetőséget ad továbbá az éghajlatinga lozás egyes szakaszainak kijelölésére is.

*

Применение новых статистических методов в климатологии. После изложения теории анализа рассеивания статья анализирует указанным методом годовые средние серии температуры 5 венгерских и 2 заграничных станций. В венгерских сериях около 1893—1894 г. появился перелом линии указывающий на колебание климата. В сериях в Сегед и Будапешт показывается неоднородность, которую можно приводить обратно на разные причины. Результаты анализа рассеивания диссертация удостоверяет уравнениями линий направления (*тренд*). Анализ рассеивания оказывается подходящим для анализа однородности длинных серий, кроме этого дает возможность для отмечания отдельных периодов колебания климата.

*

Utilisation des méthodes récentes de statistique dans la climatologie. On discute la méthode de l'analyse des dispersions et on entreprend l'application de la dite méthode à l'étude de 5 séries de température de stations hongroises et de 2 séries de température des stations étrangères. On constate, pour la Hongrie, en 1893—1894 une perturbation qui s'explique par un changement du climat. Dans les séries de Szeged et de Budapest se trouvent, des inhomogénéités dues à différentes circonstances. Une analyse de *trends* a confirmé les résultats. La méthode se prête bien à l'analyse de l'homogénéité d'une série très étendue dans le temps et on peut l'utiliser pour trouver les périodes de changements de climat.

*

Az éghajlali sorozatok, főleg a hőmérsékleti sorozatok vizsgálatánál fontos kérdés annak megállapítása, hogy az illető megfigyelési sorozat homogén-e (egynemű-e) vagy sem. Az ilyen természetű vizsgálatoknál eddig a szomszédos állomások közötti differenciák módszerét alkalmazták. Az újabb statisztikai vizsgálati módszerek, nevezetesen az R. A. Fischer által kidolgozott variáció-elemzés (szórásnégyzet elemzés) lehetőséget nyújt arra, hogy ezt az eljárást homogenitási vizsgálatok céljára, az egyidejű differenciák helyett, vagy annak ellenőrzésére a klimatológia terén is alkalmazzuk. A differenciák módszere föltételezte, hogy legalább két állomás álljon rendelkezé-

sünkre, a variációelemzésnél azonban egy sorozatot önmagában is vizsgálhatunk.

Mi a variációelemzés lényege? A variációelemzésnél a sorozatok egyes tagjainak a sorozat átlagától számított eltérések *négyzetösszegeit* bontjuk föl részekre. Egyszerűbb eljárás esetén a sorozatokat csak két részre bontjuk fel: 1. *Sorozatok közötti* négyzeteltérések, és 2. *a sorozaton belüli* négyzeteltérések összegére. Az összeltérés az előbbi kettőnek az összegéből adódik. A négyzeteltérések összegét a további számítások folyamán el kell osztanunk az úgynevezett szabadságfokkal, így kapjuk meg a *variációt*, ami nem más, mint a *szórásnégyzet*. A szokásos eljárás szerint a *sorozatok között* számított variációt el kell osztani a *sorozatokon belüli variáció* értékével, és ennek a hányadosnak a nagysága alapján ítéljük meg a két sorozat közötti homogenitást, vagy inhomogenitást tényét. Mennél nagyobb a hányados értéke, annál biztosabban állítható, hogy a két sorozat *nem egyenmű*.

Ha például arról van szó, hogy meg akarjuk vizsgálni egy állomás évi középhőmérsékleteinek homogenitását 1871—1945-ig terjedő időközben, és ezt a sorozatot két részre bontjuk, a sorozat első fele 1871—1900-ig terjed, a második része pedig 1901—1945-ig, úgy a variációelemzés segítségével megállapíthatjuk azt, hogy a két részre bontott sorozat egymáshoz képest homogénnek tekinthető-e vagy sem. Ami statisztikai nyelven azt jelenti, megvizsgálandó az a körülmény, hogy van-e a két sorozat átlagai között olyan különbség, amelynek alapján arra következtethetünk, hogy azok *statisztikailag egyenmű sokaságából származnak-e vagy sem*.

A sorozatok között, illetve a sorozatok egyes részei között a különbségek két okból jöhetnek létre: törés következhet be egy sorozatban akkor, ha az állomás *felállításában* következik be változás és így válik önmagában inhomogénné. De egy sorozat homogenitása megszűnhet akkor is, ha időközben *éghajlatingadozás* következik be. Minthogy a fentemlített eljárás csak a pusztá tény és az időpontot jelöli meg, amikor valamely statisztikai sorban törés következik be, nyilvánvaló csak a *szomszédos állomásokkal történő összehasonlítás útján* van lehetőség arra, hogy megállapítsuk, hogy a törés *milyen okra vezethető vissza*. Ha a törés két helyen egyidőben jelentkezik, úgy éghajlatingadozás, ha lényegesen eltérő időben, úgy az állomás felállításában bekövetkező változásra, vagy egyéb okra kell gondolnunk.

1. A variációelemzés végrehajtása

Mielőtt a variációelemzés végrehajtásához fognánk, néhány fogalmat részletesebben meg kell vizsgítanunk. Legyen egy »N« tagból álló sorozatunk, pl. valamely hely évi középhőmérsékleteinek megszakítatlan sora. Ezen számsort bontsuk fel »M« számú, egymással kapcsolatban nem álló részsorozatra. Pl. valamely hely 1871—1945-ig terjedő évi középhőmérsékleteinek sorát felbontjuk 5 egyenként 15 éves részre. Megjegyezzük azonban, hogy az egyes részek hossza *különböző* is lehet! A részsorozatok értékeit egymás alá írva a következő általános sémához jutunk:

Oszlopok (részsorozatok)

	1.....	2.....	j.....	M
Egyesértékek :	Y_{11}	Y_{21}	Y_{j1}	Y_{M1}
	Y_{12}	Y_{22}	Y_{j2}	Y_{M2}
	Y_{1i}	Y_{2i}	Y_{ji}	Y_{Mi}
	Y_{1N_1}	Y_{2N_2}	Y_{jN_j}	Y_{MN_M}

Sorozatösszeg

Összegek :	$\sum_i Y_{1i}$	$\sum_i Y_{2i}$	$\sum_i Y_{ji}$	$\sum_i Y_{Mi}$	$\sum_i \sum_j Y_{ji}$
Átlagok :	\bar{Y}_1	\bar{Y}_2	\bar{Y}_j	\bar{Y}_M	\bar{Y}
A tagok száma :	N_1	N_2	N_j	N_M	N

A sorozat egyes értékeit Y_{ji} -vel jelöljük, ahol »j« az oszlopot (rész-sorozatot) az »i« pedig az oszlopon belül az egyes értékeket adja meg.

Az oszlopok (rész-sorozatok) 1-től j-n át M-ig változnak, míg a »j«-edik oszlop tagjai 1-től N_j -ig futnak. $\sum_i \sum_j Y_{ji}$: az összes tagok összege, a

sorozatösszeg; \bar{Y}_j a »j«-edik oszlop középértéke, az *oszlopátlag*, \bar{Y} : az összes tagok átlaga, a *sorozatátlag*. »N« : az összes tagok száma.

Következő lépésként meg kell állapítanunk a sorozat mindenegyik tagjának a sorozatátlaghoz viszonyított eltéréseinek négyzetét, illetve ezen *négyzeteknek az összegét*. Ennek szimbolikus jele : $\sum_j \sum_i (Y_{ji} - \bar{Y})^2$

A variációelemzés elmélete szerint a fenti négyzetösszeg két részből tevődik össze : 1. az *oszlopokon belül* az egyes tagoknak az oszlopátlagtól számított eltérései négyzetösszegéből és 2. az oszlopátlagoknak a sorozat-átlagtól vett eltérései négyzeteinek összegéből. Ez utóbbi az *oszlopok közötti négyzetösszeg*. Ezek szimbolikus jelei :

$$1. \sum_j \sum_i (Y_{ji} - \bar{Y}_j)^2 \dots \dots \text{az oszlopokon belüli}$$

$$2. \sum_j \sum_i (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2 = \sum_j N_j (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2 \dots \text{az oszlopok közötti négyzet-összeget jelöli.}$$

Az 1. és 2. alatti kifejezések összege adja tehát a sorozatátlagtól számított eltérések négyzeteinek összegét.

$$\sum_j \sum_i (Y_{ji} - \bar{Y})^2 = \sum_j \sum_i (Y_{ji} - \bar{Y}_j)^2 + \sum_j N_j (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2$$

Az eltérések négyzetösszegei ugyanis összegezhető (additív) mennyiségek.

Az eltérések négyzetösszegeinek birtokában következő lépésként kiszámítjuk a *variációt* vagy *szórásnégyzetet*. Ez egyenlő :

$$\text{Szórásnégyzet} = \frac{\text{Négyzetösszeg}}{\text{Szabadságfok}^*}$$

A szórásnégyzetek kiszámítása után most már a rész-sorozatokat homogenitásának megvizsgálására térhetünk át. Ez az ú. n. »F« *próba* útján történik :

$$F = \frac{\text{Szórásnégyzet (az oszlopok között)}}{\text{Szórásnégyzet (az oszlopokon belül)}}$$

* A szabadságfok fogalma alatt E. Weber (6) szerint olyan számot értünk, amely megmondja, hogy a sorozat tagjai közül hányat választhatunk ki, függetlenül a sorozat tagjaitól. Ha pl. »N« tagnak a középértékét határozzuk meg, úgy az »N« tag közül N-1-et választhatunk ki »szabalon« mert N-1 tag még nem határozza meg a sorozat összegét, ez csak N tag összegezése esetén következik be. Mivel a négyzetösszegeket a középértől számítjuk, így ezeknek szabadságfoka is N-1 lesz. Ha a szórásnégyzetből négyzetgyököt vonunk, úgy a *szórás*t, vagy négyzetes eltérést kapjuk meg.

Rendesen az oszlopok közötti szórásnégyzet nagyobb, mint az oszlopokon belüli szórásnégyzet és így az »F« értéke az egységénél nagyobb szám. Az »F« próba lényegében ugyanazon elveken nyugszik, mint a »Gausz« vagy »Student«-féle »t« próba. Ez utóbbiaknál két középérték közötti különbség realitását úgy határozzuk meg, hogy a középértékek közötti különbséget elosztjuk a két középérték hibája négyzetének összegéből vont négyzetgyökkel. A »t« próbánál a hányados kiszámításánál még a középértékeket alkotó tagok számát is tekintetbe vesszük. Az »F« próbánál ugyanezt az összehasonlítandó részsorozatok szórásnégyzeteinek előbb vázolt módon való összehasonlítása útján érjük el.

Mindezen próbák különböző függvényeken alapulnak, amelyek a vizsgált elemek bizonyos eloszlását tételezik fel. Így ezeknél a vizsgálatoknál szükségünk van az ü. n. *normál* »t« vagy a mi esetünkben az »F« eloszlására. A függvények eloszlását 5%, 1% vagy 0,1%-os táblázatokba foglalva szokták közölni, s ennek megfelelően $P = 0,05$, $P = 0,01$ vagy $P = 0,001$ -es jelzéssel látják el. A $P = 0,05$ -ös táblázat azt jelenti, hogy ha pl. az »F« próba által kiszámított érték eléri vagy meghaladja a $P = 0,05$ -ös tábla megfelelő értékét, úgy 100 esetből 95 esetben a részsorozatok között szignifikáns különbség van, s mindössze 5%-os annak a valószínűsége, hogy adott esetben következtetésünk téves lesz. A megengedhető hiba nagyságát a felvetett kérdésnek megfelelően, tetszés szerint szabhatjuk meg, általában meg szoktak elégedni az 5%-os hibahatárral.

Az »F« próba sok esetben alkalmazható. Fő alkalmazási területe eddig a mezőgazdasági kísérletek voltak. Részsorozatok középértékeinek vizsgálatánál az eljárás előnye, hogy míg a »t« próbánál csak két sor és annak középértéke hasonlítható össze, addig az »F« próbánál az összehasonlítandó részsorozatok száma tetszés szerinti lehet.

A variációelemzés elméletére részletes matematikai igazolás található *A. Linder* (1) alatt idézett munkájában. Ugyanitt gyakorlati útmutatás is található. A módszert a magyar irodalomban a mezőgazdasági kísérletezéssel kapcsolatban *Telegdy Kováts L.* (2) ismertette, majd két évtizeddel ezelőtt. Alkalmazására további útmutatás található: *Jurjev* (3) és *F. Baur* (4), *Ballenegger R.* és *Mados L.* (5) munkáiban. Az (1), (3), (4) és (5) alatt idézett munkák az »F« és »t« próba alkalmazásához szükséges táblázatokat is tartalmazzák.

A variációelemzés végrehajtásához az alábbi táblázatba foglalt mennyiségekre van szükség:

	Szabadságfok	Négyzetösszegek	Szórásnégyzet
Oszlopok között	$M - 1$	$\sum_j N_j (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2$	$\frac{\sum_j N_j (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2}{M - 1}$
Oszlopokon belül	$\sum_j N_j - M$	$\sum_j \sum_i (Y_{ji} - \bar{Y}_j)^2$	$\frac{\sum_j \sum_i (Y_{ji} - \bar{Y}_j)^2}{\sum_j N_j - M}$
Összes	$\sum_j N_j - 1$	$\sum_j \sum_i (Y_{ji} - \bar{Y})^2$	

Szám példának vegyük Nyíregyháza évi középhőmérsékleteinek sorozatát 1871–1945 között *Bacsó N.* (7) alapján. Bontsuk ezt fel két részre,

mégpedig kétféle változatban, 1. 1871—1892/1893—1945 és 2. 1871—1893/1894—1945 évekre. Látható, hogy a 2-ik változatban a választó vonalat 1 évvel eltoltuk. Vizsgáljuk meg a variációelemzés segítségével, hogy az 1., illetve a 2. alatti felbontás részsorozatai között van-e szignifikáns különbség?*

Válasszuk tetszőleges középül 100-at. Határozzuk meg az egyes éveknél ettől való eltéréseit és ezt emeljük négyzetre. Az így nyert adatokból azután kiszámítjuk a szükséges értékeket: középtérteket és négyzetösszegeket. Az évi közepeket tizedfokokban fejezzük ki.

1/a) 1871—1892/1893—1945

		Eltérés	Négyzet			Eltérés	Négyzet
1871	88	-12	144	1893	84	-16	256
72	114	14	196	94	98	-2	4
73	104	4	16	95	93	-7	49
74	93	-7	49	96	93	-7	49
75	81	-19	361	97	93	-7	49
.....						
1891	90	-10	100	1944	100	0	0
92	95	-5	25	45	102	2	4
Összeg :		-154	2394			-167	3845
Eltérések átlaga :		-7,0				-3,15	

A teljes sorozat eltéréseinek átlaga : -4,28.

Az oszlopok és az egész sorozat eltéréseinek átlagát szorozzuk meg az eltérések összegével :

$$\begin{array}{ccc} -154 \times -7,0 & -167 \times -3,15 & -321 \times -4,28 \\ 1078,0 & 526,05 & 1373,88 \end{array}$$

Az egész sorozat eltérései négyzeteinek összege : $2394 + 3845 = 6239$.

Az oszlopok négyzeteltéréseinek összegét az $1078,0 + 526,05 = 1604,05$ érték adja.

A nyert számokat a szorzat átlagos eltéréseinek és az eltérések összegének szorzatával kell kisebbiteni : $1373,88$ -al, kerekben 1374 -el. Ez az ú. n. *hiba*.

Ezen számok birtokában megkapjuk a keresett négyzetösszegeket :

1. Oszlopokon belüli négyzetösszeg : $6239 - 1374 = 4865$.

2. Oszlopok közötti négyzetösszeg : $1604 - 1374 = 230$.

A végeredményt tehát megkapjuk anélkül, hogy a tetszőleges középről a ténylegesre visszatérnénk. Ezekután felállíthatjuk a végleges táblázatot :

1/b) 1871—1892/1893—1945.

	Szabadságfok	Négyzetösszegek	Szórásnégyzet
Oszlopok között	1	230	230
Oszlopokon belül	73	4635	63,4
Összes	74	4865	
	$F = \frac{230}{63,4} = 3,63$		

* Az eltérések négyzetösszegeinek a kiszámítása elég bonyolult dolog, kivált, ha több oszloppal dolgozunk. A számítások végrehajtására több gyakorlati módszert dolgoztak ki. Az általunk alkalmazott eljárás R. A. Fischert (8) munkáján alapszik.

Magyarázat: Mivel két oszlopunk (részszorozatunk) van, a hőmérsékleti sort két részre bontottuk, azért az oszlopok között a szabadságfok: $M-1=2-1=1$, $\sum_j N_j$; a sorozatokon belül lévő összes tagokat jelenti, ez egyenlő 75-tel, s így az oszlopokon belül a szabadságfok $75-2=73$. A szórásnégyzet, a négyzetösszegek és a szabadságfok hányadosából adódik.

Az »F« értéke 3,63. Az »F« táblázat $P=0,05$ -ös értékeit megvizsgálva ott $n_1=1$ és $n_2=60$ alatt 4,001-et találunk, $n_1=1$ és $n_2=120$ alatt pedig, 3,946-ot. n_2 a mi esetünkben 73-mal egyenlő s így ennek értéke 4,001 és 3,946 közé esik, s így az általunk kiszámított 3,63-as érték nem éri el a $P=0,05$ -ös értéket. Ez a jelen esetben azt jelenti, hogy Nyíregyháza 1871–1892/1893–1945. évi közepeinek sorozatai között *nincs szignifikáns különbség*.*

Ha még szigorúbb igényekkel lépünk fel, úgy a megfelelő értéket nem a $P:0,05$, de $P:0,01$ -es táblázatban keressük ki. Itt $n_1=1$ $n_2=60$ alatt 7,077-et 120 alatt 6,051-et találunk. A sorozatokkal szemben ilyen követelményt támasztva az azok között levő különbség még távolabb lenne a szignifikanciától. Általában azonban a szignifikanciához $P:0,05$ -nél szigorúbb követelményt felállítani nem szoktak.

2. 1871–1893/1894–1945

	Szabadságfok	Négyzetösszeg	Szórásnégyzet
Oszlopok között	1	320	320
Oszlopokon belül	73	4545	62,3
Összes	74	4865	

$$F = \frac{320}{62,3} = 5,14$$

2-es táblázatunk az 1 évvel eltolt évi közepek sorozatát elemzi. A 2. táblázat adataiból nyert F érték 5,14 jelentősen nagyobb a $P=0,05$ -ös értéknél, jelezve, hogy 1871–1893, illetve 1894–1945. évek évi középhőmérsékletei között *jellegetes* különbség van. Nyíregyháza évi közepei sorozatában 1893/94 között *határozott törés van*. A két sorozat ezen évnél szétválasztva egymáshoz képest *nem homogén*.

2. A variációelemzés alkalmazása néhány hazai és külföldi hosszabb sorozatra

A fent vázolt eljárást megkíséreltük alkalmazni a hazai és néhány külföldi hosszabb sorozat 1871–1945 közötti évi középhőmérsékleteire. Hazai viszonylatban Nyíregyháza, Budapest, Pécs, Magyaróvár és Szeged állomásokról rendelkezünk a jelzett időszakból homogénizált sorozatokkal, míg külföldről Bécs és Prága sorozatait használtuk föl. A megejtett elemzés alapján megállapítottuk a sorozatokban a törések időpontját. A következő táblázat

* Lényegében a sorozat két része átlagértékei közötti *különbség* szignifikáns voltának megvizsgálásáról van szó. Ezt a vizsgálatot más módszerrel is elvégezhetjük, ha pl. a »t« (Student) eloszlással dolgozunk. Eredményeink nem térnek el a variációelemzéssel kapottaktól. Ez utóbbi alkalmazása azonban előnyösebb, mert lényegesen kisebb fáradságot és munkát igényel.

ban közöljük az évszámokat, amelyeknél a törés bekövetkezett, a hozzájuk tartozott »F« értékekkel, a sorozatok középértékével és a középértékek közötti különbségekkel együtt.

I. A variáció elemzések táblázata

	Évjáratok	F :	K ₁	K ₂	Δ
Nyíregyháza	1871—1892/93—1945	3,63	9,300	9,685	0,385
	1871—1893/94—1945	5,14	9,261	9,710	0,449
Budapest	1871—1887/88—1945	2,43	10,535	10,838	0,300
	1871—1888/89—1945	4,00	10,483	10,856	0,373
	1871—1889/90—1945	5,00	10,463	10,870	0,407
Pécs	1871—1892/93—1945	3,52	10,940	11,280	0,340
	1871—1893/94—1945	4,26	10,930	11,290	0,360
Magyaróvár	1871—1892/93—1945	3,65	9,460	9,798	0,338
	1871—1893/94—1945	4,50	9,440	9,810	0,470
Szeged	1871—1892/93—1945	0,23	11,282	11,392	0,110
	1871—1893/94—1945	0,64	11,252	11,408	0,156
	1871—1894/95—1945	0,27	11,290	11,394	0,104
Wien	1871—1894/95—1945	2,52	9,054	9,327	0,273
	1871—1895/96—1945	3,87	9,032	9,344	0,312
	1871—1896/97—1945	4,44	9,019	9,357	0,338
Prága	1871—1890/91—1945	3,88	9,090	9,396	0,306
	1871—1891/92—1945	4,79	9,071	9,409	0,338

A táblázatból megállapítható, hogy a magyarországi homogénizált sorozatokban a törés nem mindenütt egyidőben következett be. Budapest sorozatánál 1888—89-ben, míg Nyíregyházán, Pécsen és Magyaróváron 1893—94 között, Szeged sorozatában viszont törést kimutatni nem sikerült.

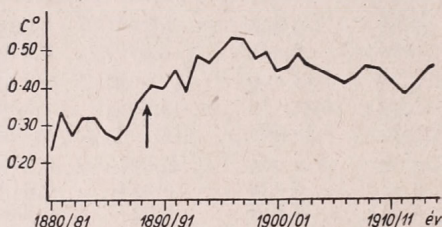
A külföldi sorozatok közül Prágában a törés 1891—92, míg Bécsben 1896—97 között következett be. Hasonló természetű vizsgálatot *J. Vialar* (9) hajtott végre *Paris-Saint Maur* 1874—1945-ig terjedő sorozatában. Ő a párizsi sorozatban 1887—88 között talált szignifikáns törést.

A részekre bontott sorozatok középhőmérsékleteit vizsgálva azt találjuk, hogy ott, ahol a sorozatok között jellegzetes (szignifikáns) különbségek vannak, ahol az »F« próba bizonyos értéket meghalad, a középértékek különbségei is nagyobbak, pl. Nyíregyházán 1871—92 közötti évek közepeinek átlaga 9,30, 1893—1945-ig az évi középérték 9,685, a kettő közötti különbség 0,385. A második elemzésben, ahol egy évi eltolás van a sorozatok között és a különbség szignifikánssá válik, 1871—1893-ig a közép 9,261, 1894—1945-ig 9,710, különbség 0,449. Azzal tehát, hogy az 1871—1892-ig terjedő sorozatokhoz hozzákapcsoltuk még az 1893-as esztendő évi középértékét, a két részre bontott sorozat középértékében olyan változás állott elő, amivel a sorozatok közötti különbség 0,064-el növekedett. A sorozatok középhőmérsékleteiben jelentkező eme differencia növekedés elegendő ahhoz, hogy a különbség szignifikánssá legyen.

Ha a sorozatok középértékeit és ezeknek a különbségeit és a különbségekben beálló változásokat vizsgáljuk úgy látjuk, hogy ezek nem mindenütt egyformák. Pécs esetében például 0,02-ös növekedés már elegendő volt ahhoz, hogy szignifikáns törés jöjjön létre a sorozatok között. Magyaróváron 0,14-es különbségváltozás áll be egyetlen évnél eltolással. Mindezek alapján arra a következtetésre kell jutnunk, hogy a vidéki állomások sorozatai, Szeged kivételével, helyes időpontban tükrözik a sorozatok törését és magyarországi viszonylatban az 1893—94-es esztendő éghajlati ingadozás évének tekint-

hető. Közismert az a tény, hogy az utóbbi évtizedekben a hőmérséklet állandó emelkedésben van, eme folyamat fordulópontja nálunk a fentnevezett évben állott be. *Elűtően viselkedik azonban Budapest és ennek 6 évie rúgó különbsége az ország többi sorozataihoz képest meggondolásra késztet.* Szeged esetében egyáltalában szó sem lehet meggondolásról. A vizsgálat eredménye *kétségtelenül bizonyítja, hogy a szegedi sorozat nem homogén.*

A sorozatok középhőmérsékletei is mind azt mutatják, hogy 1871-től a 90-es évek elejéig terjedő időszak középhőmérséklete kivétel nélkül mindennél alacsonyabb volt, mint a 90-es években 1945-ig terjedő időszak évi közepének átlaga. Ez a tény maga is bizonyít az ezen évtizedben bekövetkező éghajlatváltozás mellett, és mutatja ennek az éghajlatváltozásnak az irányát. Ha a sorozatok közötti különbségeket hosszabb időn át vizsgáljuk, úgy



1. ábra

látni fogjuk azt, hogy a sorozatok középértékei közötti különbségek miképpen jönnek létre.

Ha például Budapest esetében az előző táblázatunkban felsorolt 1871—1887/1888—1945. évektől visszafelé haladunk, 1886—87 között a sorozatok középhőmérséklete közötti különbség 0,2595-re csökken és ez 1880—81 közötti időig fokozatosan 0,2269-ig tart.

Ha viszont 1887—88-tól előretoljuk

egy-egy évvel az adatokat, úgy a sorozatok középhőmérsékleteinek különbségei fokozatosan nőnek, így a 88—89-es 0,373-as különbség 1889—90 között 0,407-re, 1891—92 között 0,449, majd 1896—97 között 0,526-ra növekszik. A különbségek változását az 1. ábrán mutatjuk be.

Mindebből tehát világos, hogy a sorozatoknál kimutatott *törés* nem véletlen eredménye, ez a különbségek fokozatos növekedésének vagy csökkenésének az eredménye. *Bizonyos ponton azonban a változások ugrásszerűek.*

3. 1871—1900 és az 1901—1930-as időköz évi közép-hőmérsékleteinek egymáshoz való viszonya

Az 1901—1930-as évek sorozata, amelyet 1935-ös varsói kongresszus normál sorozatnak nyilvánított, az előbbieket szerint részét képezi annak az emelkedő hőmérséklettel rendelkező szakasznak, amely hazánkban 1894-ben kezdődött. Érdemesnek tartottam éppen ezért, hogy a variációelemzés segítségével ennek a 30 esztendőnek a viszonyát is megvizsgáljam, a megelőző 30 esztendőhöz viszonyítva, ugyanazonokon az állomásokon, amelyet az első táblázatban közöltünk.

2. Táblázat

	Évjáratok	F:	K ₁	K ₂	Δ
Nyiregyháza	1871—1900/1901—1930	3,30	9,350	9,680	0,330
Budapest	1871—1900/1901—1930	10,20	10,500	10,900	0,400
Pécs	1871—1900/1901—1930	3,77	10,960	11,280	0,320
Magyaróvár	1871—1900/1901—1930	2,30	9,517	9,770	0,253
Szeged	1871—1900/1901—1930	0,18	11,367	11,433	0,066
Bécs	1871—1900/1901—1930	2,55	9,090	9,333	0,243
Prága	1871—1900/1901—1930	2,16	9,103	9,383	0,280

Táblázatunk adatai szerint mind a belföldi, mind a külföldi állomásokon, *Budapest kivételével* nem tapasztalható szignifikáns különbség az évi közép-

hőmérsékletben a két 30 esztendő sorozata között. Budapestnél azonban a különbség szignifikáns. Ez a *második körülmény*, amely arra utal, hogy Budapest sorozata körül tisztázatlan kérdések vannak, amelyek ennek a sorozatnak a homogenitását kétségessé teszik.

Ezek szerint tehát az 1901—30-as esztendő az 1871—1930 közötti 30 esztendővel szemben szignifikáns különbséget nem mutat, azonban kétségen kívül csak azért, mert az elválasztás nem ott történt, ahol az éghajlatingadozás tényleg bekövetkezett. Vegyük például Nyíregyháza sorozatát 1871—1930 között, de az elválasztást hajtsuk végre ugyanazon pontokon, ahogyan azt az első táblázatunkban tettük. Ebben az esetben a következő eredményre jutunk :

		F :	K_1	K_2	Δ
Nyíregyháza	1871/92—1893/1930	3,10	9,30	9,64	0,34
	1871/93—1894/1930	4,86	9,26	9,67	0,41

Látható tehát, hogy 1893—94 között elválasztott 1871—1930-ig terjedő 60 éves sorozat két fele szignifikánsan különbözik egymástól.

Ha ellenben ugyanezt a számítást Budapest esetében hajtjuk végre úgy az 1871—1930-as évek között szignifikáns törést nem 1888—89 között, hanem 1891—92 között fogunk találni.

		F:	K_1	K_2	Δ
Budapest	1871—1888/1889—1930	2,9	10,483	10,793	0,310
	1871—1889/1890—1930	3,8	10,463	10,810	0,347
	1871—1890/1891—1930	3,7	10,475	10,813	0,338
	1871—1891/1892—1930	5,3	10,443	10,838	0,395

Hasonló vizsgálatot Magyaróvár sorozatával végrehajtva, ennek eredményét az alábbi táblázatban közöljük :

Magyaróvár	1871—1892/1893—1900	2,83	9,4600	9,7500	0,290
	1871—1893/1894—1900	3,67	9,4435	9,7676	0,324
	1871—1894/1895—1900	3,05	9,4670	9,7610	0,294
	1871—1895/1896—1900	4,07	9,4480	9,7830	0,335

Az 1871—1930-as évi középhőmérsékleti sorban Magyaróváron is, akár-csak Budapesten, két éves eltolódás van a szignifikáns törés beállásának időpontjában. Bár az adatokból nyilvánvaló, hogy az 1871—1945-ös sornak megfelelő időpontban, így Budapesten 1889/90, Magyaróváron 1893—94-ben az »F« értékben erős ugrás van, de erre a sorozatra nézve az csak 2 évvel később lesz szignifikáns.

Ez a körülmény arra utal, hogy a szignifikáns törések időpontja a vizsgált sorok *hosszától is függ*. Egy sorozatban valamely helyen fellépő törést a sorozat hosszabb vagy rövidebb volta *gyengítheti vagy eltolhatja*.

Fölvetődik az a kérdés is, hogy a század eleje óta eltelt évek évi középhőmérsékleteinek homogenitását is megvizsgáljuk 1901—1945 között. Ilyen vizsgálatot Nyíregyházán és Budapesten hajtottunk végre, az eredmény a következő :

		F :	Δ
Nyíregyháza	1901—1930/1931—1945	0,640	0,213
Budapest	1901—1930/1931—1945	0,415	0,131
Budapest	1901—1920/1921—1930	3,030	0,360

Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy 1901—45 között legalábbis a fentti felbontásban *inhomogenitás* a vizsgált sorozatokban nem mutatható ki.

4. Homogén sorozatokból számított irányvonal egyenletek

A homogenitás szempontjából megvizsgált magyarországi és külföldi sorozatokból irányvonal egyenletet is számítottunk a következő képletek alapján:

$$Y = bx + a$$

Ebben az esetben »b« és »a« konstans értékek, melyek a következő egyenlettel számíthatók ki:

$$a = \frac{\sum Y - b \sum x}{n} \qquad b = \frac{\sum xY - \bar{Y} \sum x}{\sum x^2 - x \sum x}$$

»x« a folyó évet, n az évek számát jelenti, ahol a kezdő év 0, az x érték behelyettesítésével az egyenletbe az bármely év középhőmérsékletét adja.

Minden helységről két irányvonal egyenletet számoltunk, egyet a szignifikáns törés előtti, és egyet az utáni évekről. Az egyenleteket harmadik táblázatunk mutatja:

3. Táblázat

Nyíregyháza	1871—1893	Y =	-0,0316x	+	9,608
	1894—1945	Y =	0,0081x	+	9,511
Budapest	1871—1888	Y =	-0,0337x	+	10,761
	1889—1945	Y =	0,0116x	+	10,524
Pécs	1871—1893	Y =	-0,0279x	+	11,276
	1894—1945	Y =	0,00232x	+	11,287
Magyaróvár	1871—1893	Y =	-0,0241x	+	9,707
	1894—1945	Y =	0,00689x	+	9,637
Szeged	1871—1893	Y =	-0,014x	+	11,406
	1894—1945	Y =	-0,0069 x	+	11,566
Bécs	1871—1896	Y =	-0,0179x	+	9,243
	1897—1945	Y =	0,00413x	+	8,789
Prága	1871—1891	Y =	-0,0136x	+	9,206
	1892—1945	Y =	0,00758x	+	9,220

Az irányvonal egyenletek világosan mutatják, hogy a törés éve előtti évjáratokban az évi középhőmérsékletek csökkenő tendenciát mutatnak, míg a törés éve után a tendencia növekvő. Az egyes állomásoknál kivétel nélkül mindenütt a csökkenés az erőteljesebb, bár nem egyforma mértékben. Nyíregyházán például a csökkenés 100 évenként 3,16 fokot tesz ki, Budapesten 3,37, Pécsen 2,79 és így tovább. Bécs és Prága csökkenése kisebb mértékű. Kisebb mértékű ezenkívül az emelkedés mértéke is. Nyíregyháza esetében ez 100 évenként 0,81 fokot tesz ki, míg Budapesten 1,16 fokot. Budapest viselkedése a magyarországi állomások között ebben a tekintetben is *rendkívüli* és a jelentékenyen nagyobb mértékű emelkedés valószínűleg a fokozódó városias felállítás hatására vezethető vissza. Szeged irányvonal-egyenletei mindkét időszakban csökkenő tendenciát mutatnak és ez ismét egyértelműen utal ezen állomás sorozatának nem egynemű voltára. A 2. ábránkon bemutatjuk Nyíregyháza, Budapest és Szeged évi középhőmérsékleteit irányvonal egyenletükkel együtt.

Összefoglalás

A variációelemzés alkalmazása a magyarországi egyneművé tett hőmérsékleti sorozatoknál, nevezetesen azok évi középhőmérsékleteinél az alábbi eredménnyel járt:

1. A hazai hőmérsékleti sorozatok közül *Szeged* és *Budapest* esetében, de főleg az előbbinél merült fel kétely a sorozatok egyneműségét illetően.

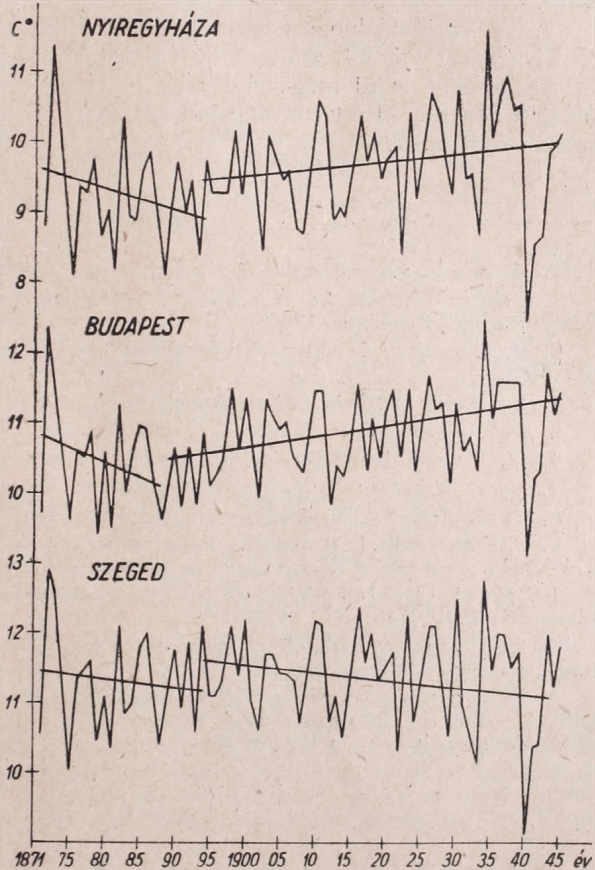
2. A variációelemzéssel kimutattuk, hogy az *évi középhőmérsékletekben* 1893/94. *évek között* állott be az éghajlatingadozás, amely még a jelen évszázadban is folyamatban van. Az éghajlatingadozás jellegét illetően úgy a sorozatok középértékei, mint az irányvonal egyenletek azt mutatják, hogy 1893-ig a hőmérséklet csökkent, 1894-től kezdve pedig emelkedik. A süllyedés 100 évre átszámítva 3 fok, az emelkedés 100 évre számítva 1 fok körül van. Budapest emelkedése a legjelentősebb, jelentősebb a külföldi állomásokénál is, s ez a jelenlegi felállítás városias jellegére utal.

3. Az 1901/1930-as évek — az évi középértékben — szignifikánsan nem térnek el a megelőző 1871/1900-as évektől azért, mert éghajlatunkban a törés nem a századfordulón, de néhány évvel ezelőtt következett be.

4. A sorozatokban beálló törés, az éghajlatváltozás időpontjának helye nem független a sorozat hosszától és annak kezdő pontjától sem.

A sorozatok hosszának megváltozásával azok középértékei más és más nyomtétot kapnak és ezért a sorozatok egyensúlyi pontjai időben eltolódnak és az átmenetek elmosódnak.

5. A normálidőszakok kijelölésénél tekintettel kellene lenni a jövőben az éghajlatváltozások időpontjára is. Itt azonban nehézséget okoz az a körülmény, hogy az éghajlatingadozások nagy területen nem egyidőben állanak be, s eltérések lehetnek aszerint, hogy *évszakos*, *havi* vagy *más elemre* vonatkoztatott értékek egyneműségét vizsgáljuk-e.



2. ábra

6. Csakis egyidejű sorozatok hasonlíthatók össze. Szükséges továbbá, hogy az éghajlatváltozás teljes hosszát vegyük figyelembe. Az 1871—1894 közötti időszak erős süllyedési tendenciája kétségtelenül onnan származik, hogy a hetvenes években sok igen hűvös év volt. Ha ellenben ennek az időszaknak 1871 előtti teljes hosszát tekintetbe vennénk, úgy a süllyedés talán jelentősen mérséklődne. (Időközben megállapítást nyert, hogy a süllyedési szakasz Budapesten 1870. évvel kezdődik.* A homogén szakaszok kijelölése, a differenciák módszeréhez viszonyítva, tetemes munkatöbbletet igényel. Magyarországon Budapestet kivéve, a hosszabb sorozatok 1871-ig nyúlnak csak vissza, s így ilyen vizsgálatoknál csak Budapest sorozatára lehet támaszkodni.

7. A variációelemzés módszerének alkalmazása az éghajlattan terén sok új kérdést vet fel, amire még választ kell adni és a megoldottak látszó régi kérdéseket is új megvilágításba helyezi, és ezzel azok újbóli megvizsgálására késztet. Mindezek alapján kétségtelen, hogy új lehetőségeket és távlatokat nyit meg.

IRODALOM

1. A. Linder : Statistische Methoden. Basel 1951.
2. Telegdy—Kovács L.: A szabalföldi kísérletezés modern módszerei Angliában. Mezőgazdasági Kutatások 1935.
3. V. J. Jurjev : A szántóföldi növények nemesítése és vetőmagtermesztése. Budapest 1952.
4. F. Baur : Linke's meteorologisches Taschenbuch. II. B. Leipzig, 1953.
5. Ballenegger R. és Mados L.: Talajvizsgálati módszerkönyv. Budapest 1944.
6. W. Weber : Grunriss der biologischen Statistik. Jena, 1948.
7. Bacsó Nándor : A hőmérséklet eloszlása Magyarországon 1901—1930.
8. R. A. Fisher : The design of experiments. London, 1949.
9. J. Vialar : Étu le statistique des températures de Paris-Saint-Maur pour la période 1874—1945. — Journal Scientifique de la Météorologie. 1952. Jan—Mars. 20—37.
10. Hlavác : Die 165 jährige Prager Temperaturreihe 1775 bis 1940. Meteorologische Zeitschrift. 1940. Juli.

Az irányvonal egyenletekkel kapcsolatos terjedelmes számításokat Virgáh Sándor önálló tanszéki laboráns végezte.

A bécsi sorozatot Berkes Zoltán bocsájtotta rendelkezésemre, a prágai sorozat 1940—45 közötti adatait a prágai Meteorológiai Intézettől kaptam meg. Az adatok átengedéséért e helyen is köszönetet mondok.

* Az 1841/1870 közötti időköz (az évi átlagokban) szignifikánsan különbözik az 1871—1900-as évtizedektől Budapesten :

	F :	K ₁ :	K ₂ :	Δ
1841—1870/1871—1900	5.24	10.923	10.500	0.423

Az éghajlatváltozás 1869/70-ben következett be. Megállapítható tehát, hogy az elmúlt évszázad a következő szakaszból állott :

1. Emelkedő szakasz, amely 1869-el végződött. 1841—1869 évi közepeinek átlaga 10.97. Az emelkedő szakasz kezdete még ismeretlen.
2. Süllyedő szakasz, 1870—1888-ig, 19 év. Ennek átlaga 10.432.
3. Emelkedő szakasz, 1889-től kezdve tart a jelen időkig.

Vámos Rezső:

Az időjárás és a rizs barnulásos betegségének kapcsolata

Összefoglalás: A rizs barnulásos betegsége (bruzone) talajeredetű betegség, amelyet a talajban képződő kénhidrogén vált ki. A tiszántúli savanyú feltalajú rizsfölleken a szervesanyag bomlásából képződő savak a szulfátokból redukált szulfidokból kénhidrogént szabadítanak fel. A nyári fölmelegedést követő lehülés az árasztóvíz gázelnyelő képességét megnöveli, még több kénhidrogén képződik. Ezért jelentkezik a betegség főleg az augusztusi lehülések alkalmával. A tartós tél, a hűvös tavasz gátolja a szervesanyag lebomlását, s ez a körülmény egyik fontos elősegítő tényezője a betegséghez vezető biológiai és kémiai folyamatoknak. Az 1940, 1949 és az 1954-es esztendő időjárása és a betegség közötti kapcsolat a fentiek alapján megállapítható.

*

Связь между побуренной болезнью риса и погодой. Побуренная болезнь риса (брузоне) болезнь почвенного происхождения, которую вызывает сероводород находящийся в почве. На полях риса кислогатой почвы в районах за рекой Тиса образующиеся из органического материала кислоты освобождают сероводород из сульфидов (восстановленных из сернокислой соли). Охлаждение последующее за летним нагреванием увеличивает способность напускной воды поглощать газы и тем образуется еще больше сероводорода. Из-за этого возникает болезнь главным образом во время августовских охлаждений. Продолжительная зима, прохладная весна задерживает разложение органических материалов и это обстоятельство является одним из важных вспомогательных факторов биологических и химических процессов ведущих к болезни. Связь между болезнью и погодой в 1940, 1949, 1954 г. на основании вышеуказанных можно определять

*

Witterung und die Brusonenkrankheit der Reisepflanze. Die Brusonenkrankheit stellt eine vom Boden ausgehende Erkrankung der Pflanze dar, die durch Schwefelwasserstoffbildung im Boden bedingt ist. Im Landesgebiet jenseits der Tisza wirken sich an den Reisfeldern mit oberen Bodenschichten von sauerem Charakter die im Wege des Zerfalls von organischen Stoffen gebildeten Säuren in der Weise aus, dass aus den aus Sulphaten reduzierten Sulphiden ein Schwefelwasserstoff erzeugt wird. Nun wird durch eine der sommerlichen Erwärmung folgenden Abkühlung die Lösungsfähigkeit des Wassers für Gase gesteigert und hierdurch die Bildung von Schwefelwasserstoff noch begünstigt. Aus diesem Grunde meldet sich die Krankheit hauptsächlich bei den Abkühlungen des Wetters im August. Durch einen langen Winter und durch ein kühles Frühjahrwetter wird der Zerfall der organischen Stoffe gehindert; dieser Umstand bildet einen wesentlichen Faktor bei den zur Erkrankung führenden biologischen und chemischen Vorgängen. Auf dieser Grundlage kann ein Zusammenhang zwischen der Wettergestaltung in den Jahren 1940, 1949 und 1954 und den Auftritt der Krankheit festgestellt werden.

*

Mezőgazdálkodásunk fiatal ágának, a rizstermelésnek sikerét állandóan veszélyezteti a rizs barnulásos betegsége, idegen szóval bruzone. A betegség elhárítása a mezőgazdasági termeléssel kapcsolatos kutatás egyik legfontosabb feladata. Ez az állandóan visszatérő veszedelmes betegség jelentős károkat okoz népgazdaságunknak. Rizstermelésünk történetében az 1940, 1949. és 1954-es években volt jelentős kár. 1940-ben, bár a pusztulás nagyarányú volt, a még kisméretű termelés miatt érzékeny veszteséget nem jelentett. 1949-ben azonban már közel 50%-kal csökkentette a várható termést. 1954-ben ismét jelentős, kb. 25%-os kárt okozott. Ez mennyiségben kifejezve

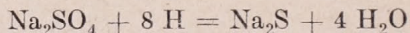
12.000 hold termésének felel meg. 18 q-ás átlagtermést figyelembevéve ez több mint 200 ezer q hántolatlan rizs mennyisége.

A védekezési eljárások kidolgozása előtt megoldandó feladat volt a betegség okának felderítése. A betegség okát eltérően magyarázzák, s azzal kapcsolatosan több elméletet állítottak fel. Abban azonban, hogy az időjárási elemek kedvezőtlen alakulása döntő tényező a betegség fellépésében, a kutatók kivétel nélkül megegyeztek, de az összefüggést nem világították meg.

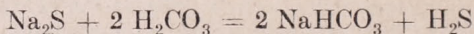
A betegség okával kapcsolatosan érdemes megemlékeznünk az egyszerű nép meglátásáról is. Az olasz nép évszázados hite szerint ugyanis a betegséget a »miazmák« (baktériumok) káros kigőzölgése, vagy a »mérgező hajnali köd« okozza — írja *Chiappelli* (2). Kutatásaim végeredményben ezt az egyszerű szemléleten alapuló meglátást igazolták.

Saját vizsgálataim alapján a betegség okát a talajban anaerob körülmények között képződő kénhidrogén mérgező hatásában látom. (Mint ismert, a levegő oxigénje nélkül végbemenő bomlást nevezik anaerob folyamatnak.) Kísérleteim során a szulfátredukciót és az azt megelőző és bevezető ammonifikációt a tiszántúli mésztelen szulfáttartalmú szikes talajainkban, ahol a rizstermelésünk folyik, s ahol a barnulós betegség előfordul, kimutattam. A Duna—Tisza közén ugyanis a betegséget eddig még nem észlelték. Az előbbi területeken, főleg akkor, ha a kedvezőtlen talajadottságok következtében a növény gyökérzetén nem hatol le elég mélyen, a növény a képződő kénhidrogén hatása alá kerül. A beteg, vagy a már pusztuló növény külseje is elárulja, hogy a talajban kellett valamilyen mérgező anyagnak képződnie, hogy a betegség sokszor váratlan hirtelenséggel megjelenessen.

A redukció hidrogénforrása az elárasztott talajban levő szervesanyag. Ennek anaerob lebomlás által képződött hidrogén elégetéséhez a szulfát-redukáló baktériumok a szulfátok oxigén tartalmát az alábbi egyenlet szerint hasznosítják :



Ugyancsak a szerves anyag lebontása folytán képződő szén-sav a nátrium-szulfidból a kénhidrogént kiszabadítja, mert a kénhidrogén a szén-savnál is gyengébb sav.



A betegség a fenti egyenlet szerint kiváló kénhidrogén hatására alakul ki.

További kérdés, hogy miképpen járul mindehhez az időjárás? A gyakorlati szakemberek, valamint a kutatók (*Frank* (5), *Kállay* (6), *Prettenhoffer* (7, 8), *Sik* (10), *Somorjai* (12), *Szirmai* (14) *Szepes* (13) stb.) sok azonos megfigyeléssel igazolják azt, hogy a hosszantartó nyári meleg után váratlanul bekövetkező hirtelen lehűlés szinte »robbanásszerűleg« váltja ki a barnulós betegséget. Ezt a jelenséget különben az olasz *Chiappelli*, rajta kívül *Parseval* és *Costa Neto* (9) már a 30-a években ismertetik.

Chiappelli ismertetéséből tudjuk, hogy 1931-ben háromszor is megtörtént, hogy nagy hőmérséklet-emelkedés után tetemes hőszüllyedés állott be. Abban az évben Olaszországban a bruzone súlyos kárt okozott. *Parseval* és *Costa Neto* megfigyelései Braziliából származnak. Közlésük szerint 1938-ban a virágzás idejére kb. 10 °C körüli hőmérséklet-süllyedés állott be, s ennek következtében lépett fel a betegség. A hazai kutatók közül *Frank*, *Prettenhoffer* és munkatársai megfigyelései szerint nem szükséges a betegség kibontásához a fagyponthoz közeli lehűlés, elégséges az is, ha a nappali forróságot erős éjszakai lehűlés követi. A betegség tehát jelentkezhetik akkor is, ha

a nappali 30—35 C°-ú felmelegedés után 10—12 C° körüli hőmérséklet következik. *Szepes* (13) a betegség korai felismerésére a szövetekben megfigyelhető barna színeződést, az ú. n. kezdetleges barnulást használja fel. Ezt az elváltozást szintén a termelési idő folyamán első alkalommal tapasztalt erős éjszakai lehülés után észlelte 1952. augusztus hó 18-án, amikor a nappali hőmérséklet 14,5 C°-ra szállott alá. Ezt a lehülést kb. 2 hétig tartó erős felmelegedés előzte meg.

Szirmainak a betegség felderítését célzó kísérletei abban a kutatásra kedvező időben folytak, amelyeknek időjárásai elemei nagy szélsőséget mutatnak (1940—1943). Megfigyelései alapján *Szirmai* az augusztus hónapi időjárást tartja a legkritikusabbnak, de szerinte nem közömbös a megelőző júliusi és az érést befejező szeptember hónap időjárása sem. 1940. év szokatlanul hűvös nyarán éppen augusztus hónapban szállt le tartósan a hőmérséklet megközelítve a fagypontot.

1949. évi betegség akkor vált súlyossá, amikor augusztus 19-én hirtelen 9 C°-ra szállott alá a hőmérséklet, északi szél fújt, jeges eső esett. 20-án a hőmérséklet tovább csökkent, a jeges eső megisméltódott. 1954. év augusztusa a többi bízben bekövetkező lehüléseivel megerősítette a fenti megállapításokat.

(Annak megvilágítására, hogy az említett esztendőben a hőmérséklet-járásunk a kritikus időszakban valóban erősen ingadozó volt, álljon itt a *békéscsabai* meteorológiai állomáson mért hőmérséklet ötnapi középértékinek (pentád, T_5) sorozata és azok eltérése (Δ) a 30 évi (1901—1930) pentád-középértékektől:

Pentád	1940.		1949.		1952.		1954.	
	T_5	Δ	T_5	Δ	T_5	Δ	T_5	Δ
VI. 30.—VII. 4.	21,8°	+0,1°	18,7°	-3,0°	25,4°	+3,7°	21,4°	-0,3°
VII. 5.—VII. 9.	23,1	+1,2	21,5	-0,4	23,9	+2,0	20,1	-1,8
VII. 10.—VII. 14.	20,9	-1,7	21,0	-1,6	26,5	+3,9	19,7	-2,9
VII. 15.—VII. 19.	20,6	-2,0	25,1	+2,5	24,6	+2,0	19,3	-3,3
VII. 20.—VII. 24.	21,6	-0,8	16,5	-5,9	25,2	+2,8	20,9	-1,5
VII. 25.—VII. 29.	20,6	-2,1	24,0	+1,3	20,3	-2,4	24,6	+1,9
VII. 30.—VIII. 3.	17,1	-5,5	23,7	+1,1	23,3	+0,7	20,3	-2,3
VIII. 4.—VIII. 8.	20,1	-1,6	22,0	+0,3	28,1	+6,4	25,6	+3,9
VIII. 9.—VIII. 13.	23,3	+1,9	22,0	+0,6	26,2	+4,8	22,5	+1,1
VIII. 14.—VIII. 18.	17,0	-3,9	16,7	-4,2	28,7	+7,8	21,1	+0,2
VIII. 19.—VIII. 23.	16,1	-5,2	15,7	-5,6	22,2	+0,9	22,3	+1,0
VIII. 24.—VIII. 28.	16,7	-4,1	21,9	+1,1	20,7	-0,1	19,2	-1,6
VIII. 29.—IX. 2.	15,8	-4,0	20,7	+0,9	25,1	+5,3	19,7	-0,1
IX. 3.—IX. 7.	16,8	-1,4	21,0	+2,8	23,2	+5,0	23,0	+4,8
IX. 8.—IX. 12.	18,0	-0,5	17,2	-1,3	17,9	-0,6	22,3	+3,8
IX. 13.—IX. 17.	13,5	-3,8	18,1	+0,9	14,5	-3,7	21,8	+4,6
IX. 18.—IX. 22.	18,6	+3,0	17,1	+1,5	13,2	-2,4	18,6	+3,0
IX. 23.—IX. 27.	18,8	+3,4	15,1	+0,3	15,0	-0,4	13,2	-2,2

A pentád-középek és ezeknek a 30 évi, ú. n. normál-értékektől mutató jelentős eltérései mögött az azokat kialakító, tartósan magas vagy szokatlanul alacsony napi középhőmérsékletek, valamint ennek megfelelően erős nappali fölmelegedések, ill. túlerős hajnali lehülések húzódnak meg. A *békéscsabai* pentádhőmérsékletben mutató erős lehülések az

egész Tiszántúl hőmérsékletjárására jellemzőnek vehetők. (A különösen erős lehüléseket takaró pentád-közeppek összeállításunkban vastagon szedettek. Szerk.)

A hőmérsékletváltozás és a betegség kapcsolatát a következőképpen magyarázom. A hosszantartó nyári meleg felmelegíti az árasztóvizet, amelyben az elszaporodó ammonifikáló, tehát kénhidrogént is termelő baktériumok a talajszintben az oxigént elhasználják. Az iszapban a sötétség, az anaerob viszonyok, a meleg kedvező tényezők a szulfátredukáló baktériumok (*Desulfovibrio desulfuricans*) elszaporodásához. Ezek a baktériumok számukra optimális körülmények között végzik a szulfátok redukcióját. A redukció végső terméke a kénhidrogén, amelyről ismeretes, hogy már 0,0042%-os oldatában is mérgező a növényekre. Amikor a rekkenő hőséget hirtelen lehülés követi az árasztóvíz hőmérséklete is nyilván tetemesen alászáll. Méréseim alapján megállapíthattam, hogy az iszap nem követi az árasztóvíz lehülését, a szulfát-redukáló baktériumok tehát számukra optimális környezetben tovább szaporodnak. A lehülés azonban jelentékenyen megnöveli az árasztóvíz gázelnyelő képességét. A hideg víz több széndioxid elnyelésére képes, amely egyre több kénhidrogént szabadít fel az amúgy is savanyú környezetben. A lehülés következtében bekövetkező függőleges irányú vízcsere, vagyis a lehült vízréteg lemerülése következtében az oxidatív életfolyamatú kénbaktériumok, valamint az oxigéntermelő zöld algák anaerob környezetbe kerülnek, ott életfolyamataik elakadnak, elpusztulnak és a folyamatok redukciós irányba eltolódnak. Ezt igazolja a vízben elnyelt oxigén csökkenése, a szulfidmennyiség növekedése és a zöld algák mennyiségének jelentős megcsappanása, illetve eltűnése. *Brizi*, (1) aki a betegség főokának az oxigénhiányt tartja a bruzonés növények árasztóvizében nagyon kevés, vagy semmi algát sem talált.

A hideg vízben és az iszapban felgyülemelő kénhidrogén, ha a gyökér nem hatol le elég mélyen, a növényt megmérgezi. Attól függően, hogy a kénhidrogén milyen mértékben éri el a növényzetet, következik be a betegség különböző foka, esetleg a növény teljes pusztulása. Az augusztusi lehülések ezért veszélyesek a rizstelepekre.

Kállay és mások megfigyelték azt is, hogy a rizstermelésre veszélyes augusztusi lehülések nem minden esetben vonják maguk után a betegség fellépését. Ennek magyarázatát könnyű megtalálni. A betegséget ugyanis több tényező együttes hatása váltja ki. Ezek: az elégtelen gyökérfejlődés tényezői, szerves nitrogénbőség, amelynek ammonifikációja a szulfátredukáció kialakulását elősegíti. Ha a tényezők nincsenek együttesen jelen, akkor a betegség fellépése elmarad, mert csak együttesen képesek a betegséget előidézni.

A betegség megjelenéséhez nem feltétlenül szükséges a beálló nagy hőmérsékleti változás sem. Az állandóan hűvös időjárás is kedvező a betegség kiváltásához. A szervesanyag (gyökérmaradványok, szerves üledék stb.) anaerob erjedése hőfejlődéssel jár, ami a szulfátredukáló baktériumok számára kedvező hőmérsékletet biztosít.

A kritikus hőmérséklet pontos megállapítása, illetve az azt felderíteni kívánó megfigyelések önmagukban még nem hozhatnak teljes eredményt, miután a hőmérséklet nem egyedüli tényező a betegség kiváltásában. A talaj, illetve az árasztóvíz pH-értéke, a szerves anyag lebontásból származó CO₂ képződés mértékétől, az árasztóvíz oxigéntartalmától függ a kénhidrogén felszaporodása is. Ezek és még más kisebb jelentőségű tényezők befolyásolják a kénhidrogén hatás időpontjának bekövetkezését, a kérdés meg-

közleltő tisztázása azonban a közvetlen védekezés szempontjából is fontos és további komplex vizsgálatokat igényel.

A tavaszi hideg időjárás közvetve is hozzájárul a barnulásos betegség kiváltásához. A hideg időjárás következtében, a mi erősen kötött, nagy víztartóképesseégű rizstalajaink lassan melegednek fel, aminek következtében a csírázás és a gyökérfejlődés is vontatottá válik. A talaj alkotórészei közül ugyanis a víz felmelegedéséhez kell a legtöbb hő. Így volt ez az 1940, 1949. és az 1954. évek tavaszán is, amikor a szokatlanul hűvös, hosszú tavasz a vetés idejét kitolta, mert mindaddig amíg a talaj hőmérséklete 12 C° fölé nem emelkedik, eredményes vetésre sor nem kerülhet.

A korán beköszöntő tél és a hűvös, hosszú tavasz következtében a szervesanyag lebomlása is vontatott. A lebomlás lassú üteme a mésztelen, erősen kötött talajokon, amilyenek a mi tiszántúli rizsföldeink talajai is még fokozottabban vontatott. A vegetációs időben a növény és a talaj redukciós folyamatai között valóságos harc folyik. Hűvös, hosszú tavaszok után ezt a harcot a növény, mind közvetve, mind közvetlenül hátránnyal kezdi. Az augusztus hónapban bekövetkező lehűlések a növény pusztulásához vezethetnek.

A fenti megállapítások alapján a betegség okozta kártételt helyesen úgy kerülhetjük el, hogy a hosszú, hűvös tavaszok után a hajlamos területekre kápásokat vetünk, vagyis ezeket az esztendőket a talaj szerkezetének helyreállítására fordítjuk. A másik védekezési mód a korán csírázó, mélyen gyökerező a betegségnek ellenálló fajták kitenyészése és termesztése.

E vizsgálatokból és megfigyelésekből megállapíthatjuk tehát, hogy a talaj mikroorganizmusainak életműködését szabályozó tényezők között az időjárás nagyszerepe van. Közvetlenül befolyásolja a talaj életét, vele termékenységet, s így a növénytermesztésben beálló zavarok oka, ha komplexhatásképpen jelentkeznek is, az egyik kiváltó tényező mindig az időjárás.

IRODALOM

1. *Brizi M.*: Annuar. Inst. Agraria A. Ponti vol. V. 79. 1905.
2. *Chiapelli, R.*: Öntözésügyi Közlemények. II. 2. sz. 233. 1940.
3. *Fekeze, Z.*: Talajtan. Budapest. 1951.
4. *Fjodorov, V. M.*: Mikrobiológia Bp. 1951. Mezőgazdasági Kiadó.
5. *Frank, M.*: Agrártudomány I. 298—302. 1949.
6. *Kállay, K.*: Agrártudomány. 10—308. 1953.
7. *Prettenhoffer, I.*: Agrokémia II. 235. és 267. 1950.
8. *Prettenhoffer, I.*: Somorjai F., Kertész, L.: Agrokémia és talajtan. Tom. 1. No. 211.
9. *Parseval, M. Costa Neto. P.*: Nachrichten ü. Schädlingsbekämpfung Ig. 13. 4. 144. 1938.
10. *Sik, K.*: Hidrológiai Közöny 3—4. 1949.
11. *Sik, L.*: Agrártudomány II. 409. 1950.
12. *Somorjai Ferenc*: Rizstermelési útmutató. 1948.
13. *Szepes, J.*: Agrártudomány 72. 3. VI. 1954.
14. *Szirmai, J.*: Mezőgaz. Tud. Közl. I. köt. Bp. 1949.

Péczely György :

Hosszabb sorozatok normál-eloszlásának vizsgálata

Összefoglalás : A tanulmány az északi félgömb 37 állomásának hőmérsékleti évi közepeit vizsgálja 60 évi sorozatok alapján, a normáleloszlás szempontjából. Megállapítja, hogy a normál-eloszlás legkevésbébbé a sarki és trópusi övben teljedik. Rámutat arra is, hogy a normál-eloszlás teljesedésének mértéke alkalmas valamely állomás makroszinoptikai viszonyainak egyszerű jellemzésére.

★

Исследование нормального распределения длинных серий. Исследуется годовое среднее температуры 37 станций северного полушария на основе серии на 60 лет с точки зрения нормального распределения. Устанавливается, что нормальное распределение исполняется в малейшем мере на тропическом поясе. Показывается, что мера исполнения нормального распределения подходит к простому характеризованию макросиноптических условий некоторой станций.

★

Analyse de la distribution normale dans des séries prolongées. On discute les séries de la température moyenne annuelle pour 37 stations de l'hémisphère nord en utilisant des observations de 60 ans. Une répartition normale se trouve le moins souvent dans les régions polaires et tropicales. L'écart vis-a-vis la répartition normale peut être considéré comme une caractéristique de la situation macrosynoptique de la station.

★

A természetben egyik leggyakrabban tapasztalt statisztikai törvényszerűség az ú. n. normál-eloszlás, amely alatt az értendő, hogy valamely észlelt jelenségből előállított számhalmaz elemeinek gyakorisági megoszlása a Gauss-féle valószínűségi görbének megfelelő. E törvényszerűség a fizikában, meteorológiában és biológiában egyaránt fontos szerepet játszik és magyarázata a statisztikai matematikai kutatások szerint a következő feltételek teljesedésében található:¹ 1. A számhalmaz elemeinek kialakításában (gondoljunk pl. hőmérsékleti évi közepekre, vagy a molekulák sebességének Maxwell-féle megoszlására, avagy egy zsák azonos fajtájú borsószem súlyának megoszlására) sok tényező működjék közre. 2. A tényezők hatása egymástól független legyen. 3. Az egyes tényezők hatása az összes szereplő tényezők hatásához viszonyítva kicsiny legyen, tehát egyik tényező se legyen domináns jellegű. Normál eloszlás tehát csak a fenti feltételek teljesedésekor fog bekövetkezni. Meteorológiai szempontból vizsgálva e feltételek teljesedését megállapíthatjuk, hogy míg az első feltétel általában fennáll, a második és harmadik csak közelítőleg teljesedik és nagyban függ az észlelési hely földrajzi éghajlati viszonyaitól, a harmadik feltétel teljesedését pedig nagyban megzavarhatják a kozmikus hatások és éghajlatingadozások. Mindezeket egybevetve, *meteorológiai adatoknál nem várhatjuk a normál-eloszlás szigorú teljesedését*, csupán bizonyos fokú megközelítését. Valamely meteorológiai észlelési sorozat normál-eloszlásának teljesedése vagy nemteljesedése a további statisztikai-matematikai kutatásoknál lényeges, ugyanis a sorozatokkal való további számítások megkövetelik a normálmegoszlás teljesedését. Ha a normál-eloszlás még közelítésben sem áll fenn, a további számítások során nyert eredmények (négyzetes eltérés, periódusok) nem nyújtanak kellő alapot az összehasonlításához. Ezen túlmenve azonban a normál-eloszlás teljesedésének mértéke az előbb ismertetett kritériumokra való tekintettel hasznos

útbaigazítást nyújthat az illető sorozat észlelési helyének dinamikus klimatológiai viszonyairól, jóval kevesebb számolással, mintha ugyanazt periódusok kielemezésével akarnánk megadni.

Fentieket előrebocsátva, ismertetjük eljárásunkat, mellyel valamely sorozat normál-eloszlásának teljeseését az összehasonlításhoz szükséges egy számértékkel jellemezhetjük.

Mint ismeretes, a normál-eloszlást leíró Gauss-féle »haranggörbe« egyenlete a következő:

$$y = A e^{-x^2} \quad (1)$$

ahol y az x eltéréshez tartozó gyakoriság, A pedig a sorozat tagjainak és gyakorisági osztályainak számától függő tényező. A görbe maximumát az $x = 0$ helyen veszi fel, tehát az átlagkörfüli értékek a leggyakoribbak.

Ha az észlelési sorozat n tagból áll és azokat m számú egyenlő nagyságú osztályba soroltuk, az észlelési sorozat gyakorisági görbéjének átlaga: $M = \frac{n}{m}$ lesz. A haranggörbénél ugyanekkor az átlag:

$$M' = \frac{A}{2a} \int_{-a}^a e^{-x^2} dx \quad (2)$$

Ha az integrálási határokat úgy választjuk meg, hogy azoktól jobbra és balra a görbe alatti terület gyakorlatilag már 0-val legyen egyenlő, akkor a (2) alatti integrál értékét a következő határozott integrállal helyettesíthetjük:

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi} \quad (3)$$

Tekintve, hogy a normál-eloszlás függvénye növekvő $[x]$ értékek esetén igen erősen közeledik a 0-hoz, $[x] = 2,5$ esetén az ezen határok közé eső integrál érték gyakorlatilag már azonosnak vehető a (3) alattival. Következésképp

$$M' = \frac{A}{5} \sqrt{\pi} \quad \text{amiből } A\text{-t kifejezve: } A = 2,8 M' \quad (4)$$

Ha az eredeti n számú és m osztályba sorolt észlelési adatból alkotott gyakorisági eloszlást vizsgáljuk, kell, hogy normál-eloszlás esetén azok eleget tegyenek az (1) egyenletnek. Minthogy fennáll a (4) összefüggés, írhatjuk:

$$y = \frac{2,8 n}{m} e^{-x^2} \quad (5)$$

Jelöljük az így meghatározott normálgörbe egyes értékeit y_i -vel, az észlelt eloszlási görbe egyes értékeit z_i -vel, úgy az eltérést a normál-eloszlástól az alábbi kifejezéssel adjuk meg:

$$d = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [y_i - z_i]$$

Az így nyert számérték relatív összehasonlításra alkalmas az egyes sorozatok között.

A normál-eloszlás megítélésére más módon is eljárhatunk. Normál-eloszlás esetén ugyanis a középeltérés és négyzetes eltérés között a következő kapcsolat áll fenn:

$$v = \frac{\sigma}{\sqrt{\frac{\pi}{2}}} \quad \text{amiből következik hogy:} \quad \frac{\sigma^2}{v^2} = \frac{\pi}{2}$$

vagyis az eltérések négyzeteinek átlaga elosztva az abszolút értékben vett eltérések átlagának négyzetével, eredményül $\frac{\pi}{2}$ -t kell hogy szolgáltatson.

A valóságban nyert számérték és $\frac{\pi}{2}$ különbsége szintén relatív mérő számul szolgálhat. Az így nyert szám előállításában azonban eléggé hosszadalmas és nem mond semmit sem az eloszlási görbéről, melynek ismerete sok jellemző tulajdonságot árul el az illető sorozatról.

Következőekben az Északi-féltéke több állomásának 60 éves hőmérsékleti évi közép sorozatát vizsgáljuk meg a normál-eloszlás szempontjából. (A

I. Táblázat

A hőmérsékleti sorok gyakorisági megoszlása és eltérése a normál megoszlástól

Állomás/osztály	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	d
Aden	1,9	0,0	5,7	11,3	17,0	11,3	19,0	5,7	9,5	9,5	3,8	5,3	4,32
Archangelszk	1,9	1,9	3,8	7,5	9,4	13,2	18,8	15,1	17,0	1,9	5,7	3,8	3,85
Barnaul	7,3	7,3	3,6	10,9	10,9	18,2	9,1	7,3	12,7	5,5	3,6	3,6	5,27
Bermuda	1,7	3,3	10,0	11,7	11,7	10,0	10,0	10,0	15,0	8,3	6,7	1,6	6,08
Budapest.....	1,7	1,7	6,7	11,7	10,0	18,3	15,0	11,7	18,2	3,3	0,0	1,7	3,78
Calcutta	1,7	0,0	0,0	5,0	8,3	11,7	13,3	28,3	8,3	13,3	8,3	1,7	5,60
Freetown.....	1,9	3,8	3,8	9,7	7,7	3,8	17,3	11,6	9,6	17,3	7,7	5,8	6,12
F. Point	3,3	8,3	3,3	11,8	8,3	15,0	11,7	21,7	3,3	10,0	0,0	3,3	5,20
Galveston	5,0	1,7	3,3	13,3	23,3	16,7	16,7	8,3	6,7	1,7	0,0	3,3	3,72
Gjesvaer	1,7	5,0	6,7	8,3	5,0	23,3	18,3	10,0	5,0	8,3	5,0	3,3	4,17
Greenwich	5,0	5,0	8,3	5,0	15,0	15,0	11,6	16,7	6,7	6,7	3,3	1,7	3,95
Honolulu	1,9	4,8	2,4	6,8	6,8	18,8	15,6	27,0	7,0	7,0	0,0	1,9	4,06
Irkuck	5,0	8,3	6,7	18,3	18,3	16,7	5,0	3,3	5,0	1,7	1,7	4,50	
Ismailia	1,7	1,7	5,0	3,3	5,0	10,0	16,6	16,6	16,6	10,0	11,6	1,7	5,70
Ivigjut.....	1,8	1,8	5,3	10,7	3,6	14,2	14,2	10,7	12,5	8,9	5,6	10,7	5,70
Jaipur	1,7	1,7	0,0	5,0	8,3	25,0	16,7	20,0	5,0	10,0	5,0	1,7	3,82
Jakobshavn	1,9	3,9	7,8	7,8	5,9	11,7	15,6	11,7	9,8	11,7	7,8	3,9	5,50
Jakuck.....	2,2	6,5	8,7	0,0	13,1	13,1	6,5	10,7	19,6	10,9	6,5	2,2	7,00
Köbenhavn	3,3	3,3	3,3	15,0	18,3	15,0	6,7	20,0	10,0	1,7	1,7	1,7	3,94
Leningrád	3,3	3,3	3,3	3,3	15,0	20,0	11,7	16,7	10,0	5,0	5,0	3,3	3,24
Lisboa	1,7	3,3	1,7	13,3	11,7	13,3	18,3	15,0	10,0	6,7	1,7	3,3	3,25
Madras	1,7	8,3	0,0	11,7	11,7	8,3	13,3	6,7	13,3	13,3	8,3	3,3	6,57
Mexico	1,9	3,8	10,5	13,5	21,0	8,2	5,0	6,8	8,2	8,2	5,0	5,0	6,85
Nashville	3,3	1,7	6,7	5,0	10,0	18,3	10,0	11,7	11,7	11,7	5,0	5,0	5,10
Novorosszijszk	8,0	4,0	14,0	8,0	12,0	4,0	8,0	14,0	12,0	4,0	6,0	6,0	6,70
Róma.....	1,7	13,4	11,7	11,7	5,0	13,4	11,7	18,4	1,7	3,4	1,7	6,2	6,28
S. Francisko	3,3	15,0	5,0	6,7	18,3	15,0	6,7	11,7	5,0	5,0	5,0	3,3	5,45
Spokane.....	5,0	1,7	3,9	15,0	18,3	13,3	16,7	8,8	6,0	6,7	3,0	1,7	4,20
Stykkisholm	3,3	1,7	5,6	8,3	8,8	11,7	18,3	13,3	20,0	1,9	5,0	1,7	4,27
Szverdlovszk.....	1,8	0,0	10,9	10,9	18,3	14,3	7,3	7,3	14,5	9,1	3,6	1,8	5,40
Taskent.....	1,7	5,0	11,7	13,3	16,7	13,3	10,0	13,3	5,0	6,7	1,7	1,7	4,65
Tokio	1,8	3,6	7,3	9,1	14,6	20,0	18,2	7,3	7,3	5,5	3,6	1,7	3,04
Valencia	1,7	3,3	10,0	6,7	25,0	16,7	10,0	10,0	8,3	5,0	1,7	1,7	4,35
Vladivosztoke	3,8	3,8	3,8	11,3	9,5	24,5	11,5	13,2	7,5	3,8	5,7	3,8	3,75
Washington	1,7	0,0	5,0	6,7	13,3	11,6	18,3	13,3	16,6	5,0	5,0	3,3	3,82
Winnipeg	1,7	1,7	3,3	3,3	11,7	11,7	13,4	25,0	18,4	8,3	0,0	1,7	5,00
Zi-Ka-Wei.....	1,7	6,7	8,3	3,3	11,8	23,5	6,7	15,0	10,0	5,0	5,0	3,3	4,40

sorozatok az 1881—1940. időszakból valók.² Az adatokat vizsgálatunknál 12 egyenlőközű osztályba soroltuk, az osztályköz nagysága tehát függ az évi közepek ingadozásától. A gyakoriságokat %-ban fejeztük ki, tehát esetünkben $n = 100$, $m = 12$, s ebből a (5) összefüggés szerint a normál-eloszlás esetére a következő egyenletet nyerjük:

$$y = 23,4e^{-x^2}$$

Ha az első osztályköz közepénél felvesszük az $x = -2,5$, s a 12-nél az $x = 2,5$ értéket, úgy az egyes osztályokhoz a normálgörbe következő értékei fognak tartozni:

osztály:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y	0,1	0,6	2,4	8,5	16,2	22,5	22,5	16,2	8,5	2,4	0,6	0,1

Ezen normálgörbétől való eltéréseket határoztuk meg, s annak értékét, valamint az egyes sorozatok gyakorisági megoszlását az 1. táblázatban közzéljük.

II. Táblázat

A hőmérsékleti évi közepek szélső értékei (1881—1940)

Állomás	Maximum	Minimum	Δ	Állomás	Maximum	Minimum	Δ
Aden	29,2	27,7	1,5	Leningrád	6,5	2,1	4,4
Archangelszk	2,9	- 2,5	5,4	Lisboa	17,0	14,8	2,2
Barnaul	3,1	- 0,6	3,7	Madras	28,9	27,8	1,1
Bermuda	22,4	20,2	2,2	Mexico	17,1	14,7	2,4
Budapest	12,5	9,0	3,5	Nashville	16,7	13,6	3,1
Calcutta	27,1	24,9	2,2	Novorosszijszk ..	14,2	11,6	2,6
Freetown	27,9	25,7	2,2	Roma	16,4	14,6	1,8
F. Point	3,6	0,3	3,3	San Francisco ..	14,4	11,8	2,6
Galveston	22,2	19,7	2,5	Spokane	11,3	7,3	4,0
Gjesvaer	3,7	0,3	3,4	Stykkisholm	5,6	1,7	3,9
Greenwich	11,1	8,8	2,3	Szverdlovszk	3,0	- 0,8	3,8
Honolulu	24,6	22,9	1,7	Taskent	15,2	11,9	3,3
Irkuck	0,4	- 2,4	2,8	Tokio	15,0	12,9	2,1
Ismailia	21,4	19,2	2,2	Valencia	11,7	9,7	2,0
Ivigut	3,0	- 1,8	4,8	Vladivosztkok ...	5,9	3,0	2,9
Jaipur	26,7	24,7	2,0	Washington	14,4	11,1	3,3
Jakobshavn	- 1,6	- 7,9	6,3	Winnipeg	5,3	1,7	3,6
Jakuck	- 8,4	-11,9	3,5	Zi-Ka-Wei	16,2	14,3	1,9
Köbenhavn	9,9	6,4	3,5				

Adatainkból a következőt állapíthatjuk meg. Legkisebb az eltérés, tehát az adatok legjobban megközelítik a normál-eloszlást Európában, Közép- és Kelet-Ázsiában, valamint Északamerika mérsékeltövi részén, vagyis általában a mérsékelt égövben. Ezzel szemben legnagyobb az eltérés a trópusi és a sarki övben. Az érdekes jelenség magyarázatát megtaláljuk, ha a normál-eloszlás teljességének három kritériumára gondolunk. Az erősebb eltérés a normál-eloszlástól véleményünk szerint abban leli magyarázatát, hogy e területeken az egyes észlelési adatok nem függetlenek egymástól és a hatótényezők között valamelyik domináns jellegű.

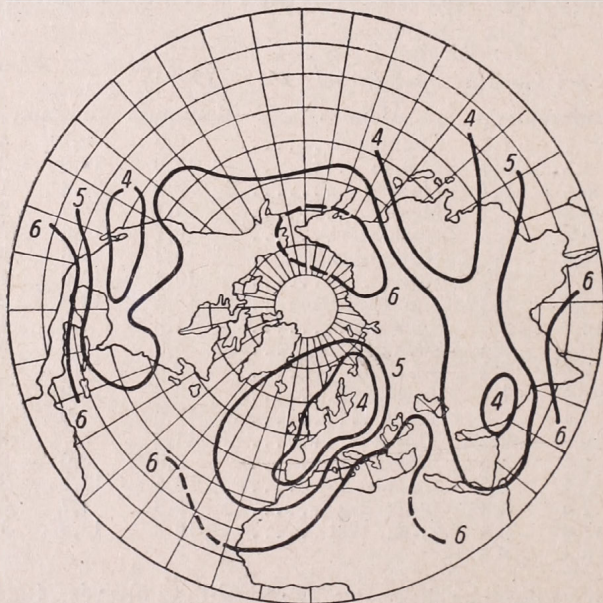
A földi időjárást a sarki és egyenlítői hatások irányítják, amint az az általános légkörzés változásainak vizsgálatából kiderült. Nyilvánvaló tehát, hogy ezeken a területeken viszonylag állandóbb időjárási állapotoknak kell kialakulniuk, tehát egy kialakult állapot sokáig fennáll, vagyis egy következő állapot kialakításában még hatása van.

Másrészt, ha valamely sorozatban erősebb periodikus változások mutatathatók ki, melyek aránylag rövidebb tartamúak (tehát a változás sebessége nagy) az értékek megoszlása erősebben eltérhet a normál-eloszlástól, mint

az olyan sorozaté, amelyben elmosódott hosszabb periódusok jelentkeznek. Az egyenlítői és sarki területek sorozatainak nagyobb eltérése tehát e területeken jelentkező erősebb periódusokra mutat, melyek létrejötte nagy valószínűséggel kozmikus tényezőkhöz kapcsolódik. A sarki területeken ezenkívül még a jelen században fellépett erősebb éghajlatingadozás is érezteti hatását.

Ezzel szemben a mérsékelt övben jelentkező kisebb eltérés az itteni területek változékonyabb időjárására mutat, ez ugyanis biztosítja az adatok függetlenségét egymástól, továbbá itt nincsenek olyan szabályos és erős periódusok, mint a trópusi és sarki övben, amint arról az eddigi perióduskutatás eredményeit átnézve könnyen meggyőződhetünk.

Érdekes jelenség még a normál megoszlástól való eltérés egyenlőségi görbéit ábrázoló térképen a nagyobb eltérésű sarki és trópusi területek



A normál-eloszlástól való eltérések az északi félgömbön.
(Hőmérsékleti évi közepek.)

A normál-eloszlás matematikai-statisztikai vizsgálata több elemre vonatkozóan, kiterjesztve azt nagyobb területre, véleményünk szerint igen hasznos segédeszköznek bizonyulhat az általános légkörzés kutatásánál, különösen ha havi átlagokat is figyelembe veszünk. E vizsgálatok azonkívül más klimatológiai problémáknál is hasznosak és számos elméleti és gyakorlati kérdésre feleletet adnak. (Pl. a gyakorisági értékek kettős vagy hármas tetőzése.) E problémák behatóbb tárgyalása azonban már meghaladja jelen tanulmányunk kereteit.

IRODALOM

1. Jorlan Károly: Matematikai statisztika. Budapest, 1927. 143. old.
2. H. Clayton: World Weather Records kötetei.

kapcsolódása az Atlanti-óceán amerikai partjainál, valamint Észak-szibéria, az Urál és Kis-ázsia között. E jelenségnek is magyarázatát adhatjuk eddigi kutatásaink alapján, ahol kitűnt, hogy a sarki hatások éppen ezen a területen kapcsolódnak a déli szélességek légköri folyamataiba. (Sarki anticiklonok pályái!)

Láttuk tehát az elmondottakból, hogy valamely hosszabbidejű észlelési sorozat normál-eloszlását vizsgálva, az attól való eltérés számértéke hasznos jellemzőszámoknak bizonyul, mely az illető észlelési hely makroszinoptikai viszonyairól ad felvilágosítást.

Tardos Béla :

A termikus feláramlásokról

Összefoglalás : Az adiabaticus gradiens értékére az energia-egyenletről kiindulva a kinetikus energiát is figyelembe vevő alakot vezetünk le. A feláramlásokat megelőző talajközeli légsűrűség-ingadozások kimutatására és mérésére légsűrűségíró műszert fejlesztettünk ki, ami az 1 gr/m^3 sűrűség-ingadozást a diagrammon 1 mm kitéréssel jelzi. A műszer a turbulencia mérésére is alkalmas.

★

О вертикальных воздушных потоков термического происхождения. Исходя из уравнения энергии выводим для значения адиабатического градиента выражение содержащее и кинематическую энергию. Для показания и измерения колебаний плотности воздуха в близости земли, которые предшествуют поднимающимся потокам устроили аппарат самописца плотности воздуха. Этот инструмент записывает колебания плотности с точностью 1 мм отклонения стрелки, если изменение плотности 1 гр/м^3 .

★

Über thermische Aufwinde. Zur Festlegung des Wertes des adiabatischen Temperaturgradienten wird ein Ansatz benutzt, worin auch die kinetische Energie berücksichtigt wurde. Zur Messung der Dichteschwankungen in der bodennahen Luftschicht, die der Ausbildung eines Aufwindes vorangehen, wurde ein Schreibgerät für Luftdichtemessung entwickelt, das eine Dichteschwankung von 1 gr/m^3 durch einen Ausschlag von 1 mm wiedergibt. Das Gerät eignet sich auch zu Turbulenzmessungen.

★

A termikus feláramlások keletkezéséről alkotott közkeletű felfogás szerint a földfelszín különböző felmelegedése folytán a vele érintkező lég-rétegben fajsúly-különbség jön létre, ami — Archimédes törvényének megfelelően — a melegebb és így a környező légtömegeknél könnyebbé vált levegőt megindítja felfelé. Emelkedése folyamán adiabatikusan hűl. Hőmérséklet-csökkenése egyedül magasság-nyerésének függvénye, az egységnyi magasság-változással járó hőmérséklet-változás $0,977^\circ/100 \text{ m}$ -el adható meg. Elérve a környező levegő hőmérsékleti viszonyai által meghatározott konvekciós szintet, mozgása lefékeződik, majd néhány csökkenő amplitudójú függélyes irányú lengés után megnyugszik.

Sokszor kiegészül ez a felfogás azzal is, hogy a felszálló meleg légtömeg részbeni pótlására nemcsak a környezetből, hanem a magasból a lehűlt levegő az emelkedővel azonos nagyságrendű keresztmetszettel bíró áramcsőben sülyed, tehát a feláramlást kompenzálja egy közeli leáramlás. Ilyen módon zárt és állandó jellegű áramrendszer alakul ki, aminek fenntartója a földfelszín által különböző mértékben elnyelt sugárzási energia.

Ez utóbbi valószínűsítésére több mérés is közlésre került s az alábbi adatsor alapján — ami egy májusi délelőttön azonos időpontban végzett mérés-csoportból származik — nem is emelhető ellene kifogás, annál inkább sem, mert a függélyes irányú légmozgás ismeretére és felhasználására alapított vitorlázó repülés tapasztalati adatokat szolgáltatott $3-4 \text{ m/sec}$ sebességgel sülyedő és $4-8 \text{ m/sec}$ -os emelkedő áramlások létezéséről.

Vetés	Szántás	Ligetes	Szikes	Gyep
felett	felett	részben	felett	felett
15,6°	17,2°	14,2°	18,5°	16,2°

A gyepek és szikes területek feletti levegő hőfoka eszerint $2,3^\circ$ -kal különbözik egymástól, azaz ennyi a *túlmelegedés*, aminek várható következménye az utóbbi felett a termikus feláramlás megindulása.

A fentiekben vázolt elgondolás szolgáltatja nagy vonásokban a magas-légköri légállapot-mérések felhasználásának egyik módját is, ami a légállapot termikus egyensúlyi viszonyainak megállapításával — akár a részecske-, akár a réteg-, akár más módszert használunk erre — jelentős tényezőt szolgáltat a prognosztikai véleményezésekhez.

A tüzetesebb vizsgálatok azonban azt mutatják, hogy ezek az egyszerűen áttekinthető és természetesen látszó leírások nem felelnek meg a valóságban végbemenő folyamatoknak. Különösen jelentős eltérések adódnak a kondenzációs szint számított és mért értékei között, azonkívül a konvekció keletkezési helyének és viszonyainak a fenti kép alapján várható és a valóságban fellépő megjelenése között. Végül nyitva hagyja azt a kérdést is, van-e szerepe — és ha igen, milyen módon — a talajközeli légréteg mikroturbulencia-állapotának a termikus feláramlások keletkezésében, lefolyásában és a makroturbulencia fellépésében. (A termikus feláramlás és a termikus makroturbulencia között áramlási sajátosságaik alapján különbséget kell tennünk. A feláramlások legnagyobb része *nem* turbulencia jellegű.)

Ilyen irányú kutatások első lépései közé kell tartoznia a termikus feláramlások keletkezési körülményei tisztázásának is, mert a tapasztalatok — amiket elsősorban ugyancsak a vitorlázó repülés szolgáltatott — azt mutatták, hogy sokszor erős túlmelegedés esetében sem indul meg a feláramlás, máskor viszont a túlmelegedés kis mértékű, de a feláramlási sebesség nagy. Az alábbiakban két ilyen kezdő lépésről számolunk be.

Az első elméleti jellegű. Minthogy a vizsgálandó feláramlások termikus eredetűek, lefolyásukra vonatkozóan adiabatikus gradiens megadásával szokták sok esetben leírni tekinteni. Az utóbbi levezetése azonban szerény nézetünk szerint kissé sztatikai jellegű annak ellenére, hogy a termodinamika I. főtételén alapul. Ha megkíséreljük revízió alá venni, akkor a következő megjegyzéseket fűzhetjük hozzá:

Kiindulása — mint általánosan ismeretes — megfelel annak a tapasztalatnak, hogy a konvektív feláramlások az esetek többségében a földfelszínnel érintkező légtömegek egyenlőtlen átmelegedéséből származnak. A talajtól átvett dQ hőmennyiség részben a légtömeg hőmérsékletének, részben térfogatának növelésére fordítódik s mivel ez mechanikai munka végzésével jár, célszerű a hőmennyiségeket is mechanikai munka alakjában kifejezni. Szorítkozzunk egységnyi tömegű levegő vizsgálatára, akkor a dQ hőmennyiség felhasználódását az alábbi mennyiségtani alakban fejezhetjük ki:

$$AdQ = A c_v dT + p dv \quad (1)$$

ahol A = a hő mechanikai munka-egyenértéke

c_v = a levegő állandó térfogaton mért fajhője

dT = az egységnyi tömegű levegő hőmérsékletváltozása

p = a légnyomás

dv = az egységnyi tömegű levegő térfogatának változása.

A hőátadási tényező kihagyását a levegő rossz hővezető képességével, továbbá a túlmelegedésből származó feláramlás turbulenciától mentesnek való feltételezésével lehet indokolni. Ez utóbbi a valóságban csak részben realizálódik.

A légtömeg mozgását a levezetés további folyamán csak annyiban vesszük tekintetbe, hogy a megindulással elválik közvetlen hőforrásától — a talajtól — és ezzel megszűnik a további hőközlés lehetősége. Hőkészlete így állandó

marad, állapotváltozását tehát az előbbi két feltevés fenntartásával adiabaticusnak lehet tekinteni, ami a fentiek szerint az

$$Ac_v dT + pdv = 0$$

egyenlettel írható le.

A magasság bevezetésére ez az alak közvetlenül nem alkalmas. Kifejezve dv -t a gázegyenletből c_v -t a fajhók ismeretes kifejezéséből és bevezetve a légkör sztatikus alapegyenletéből a magasságot, a levezetés bizonyos szempontból holtpontra jut. Az egységnyi gáztömeg ugyanis ettől a lépéstől kezdve nem tárgyalható, mint a környezetétől független zárt rendszer. Vissza kell nyúlni a környező levegő állapotváltozásaihoz és csak az emelkedő és a környező levegő hőfok-különbségének elhanyagolásával — azaz éppen a mozgást fenntartó fizikai ok kizárásával — írhatjuk fel a magasság megváltozásával járó hőmérséklet-változás egyenletét:

$$T_1 - T_2 = \frac{g}{Ac_p} (z_2 - z_1) \quad (2)$$

Ebben c_p = a levegő állandó nyomáson mért fajhője

$T_1 - T_2$ = a légtömeg $z_2 - z_1$ magasság változással járó adiabatikus hőmérséklet-változása

g = a nehézségi gyorsulás

A levezetés ilyen értelemben inkább mennyiségtani, mint fizikai gondolatmenetnek tűnik, ami nem tartalmaz indokolást pl. a süllyedő légtömeg állapotváltozását jellemző melegedésre vonatkozóan sem. Az előjelek megváltoztatásának matematikai lehetősége nem feltétlenül felel meg a fizikai világban valamely folyamat megfordíthatóságának.

A vázolt termodinamikai gondolatmenettől eltérő az alábbi, energia tételre alapuló levezetés. Kissé talán áttekinthetőbb, egyszerűbb, általánosabb a kiindulásában is s ugyanakkor elhanyagolástól mentes.

Legyen egy z magasságban levő T hőfokú, u függőleges sebességi összetevőjű, m légtömeg összes energiája E . Jelöljük a potenciális energia összetevőt E_p -vel, a mozgásit E_k -val, a hőenergiát pedig E_t -vel, akkor zárt rendszernek tekintve az m -et, az energia megmaradási elv szerint

$$E = E_p + E_k + E_t = \text{áll.} \quad (3)$$

Ha a rendszer zárt, akkor az energia-tagok megváltozásainak összege 0, vagy amint az 3-ból mennyiségtanilag is következik

$$dE_p + dE_k + dE_t = 0 \quad (4)$$

Helyettesítve $E_p = mgz$, $E_k = \frac{1}{2}mu^2$ és $E_t = Ac_p mT$ kifejezéseket az utóbbi egyenlet

$$\frac{1}{2}md(u^2) + mgdz + Ac_p mdT = 0 \quad (4/a)$$

alakba megy át. A további tárgyalásra két lehetőségünk van: a surlódás figyelembe vétele szükségessé teszi a tömeg megváltozásának a követését is. A figyelmen kívül hagyása bizonyos mértékű fogyatékoságot jelent, de az egyenletet könnyen integrálhatóvá teszi. Az előbbi általános érvényű megoldást még nem tudtuk megtalálni, ezért itt csak az utóbbit adjuk.

Ha a tömeg állandó, azaz sodrás és keveredés révén az eredeti légtömeg csak jelentéktelen mértékben nő meg, akkor az egyenlet m -el osztható és azonnal integrálható:

$$\frac{1}{2}(u-u_2^2-u_1^2) + g(z_2-z_1) + Ac_p(T_2-T_1) = 0 \quad (5)$$

amiből

$$T_1 - T_2 = \frac{1}{Ac_p} \left[g(z_2 - z_1) + \frac{1}{2}(u_2^2 - u_1^2) \right] \quad (6)$$

A sebességet tartalmazó második zárójeles tag elhagyásával ez a kifejezés a 2. egyenletbe megy át. 6-ból kitűnik, hogy mindaddig, míg egy légtömegnek pozitív előjelű gyorsulása van, az egységnyi magasság-változásra eső hőmérséklet-változása nagyobb, ha pedig negatív akkor kisebb, mint a 2. alapján állandónak adódó érték. A különbség nem nagy, de némelyik esetben figyelmet érdemel. Vitorlázó repülők tapasztalataiból ismeretes, hogy előfordul 100 m magasságban is 2,5–3 m/sec emelkedő sebességet adó termikus feláramlás. A köröző gép merülő sebességét 1,2–1,5 m/sec-nak vehetjük, amiből a feláramló légtömeg emelkedési sebessége átlagosan 4 m/sec körülnek adódik. Az emelkedés folytán előálló lehűlés a képlet alapján 1,056°, azaz 0,079°-kal nagyobb mint a 2. alapján számított érték. Ha a következő 100 m emelkedés folyamán még 3 m/sec-al nő a sebessége, akkor a hőfok csökkenés ennek folyamán közel ugyanennyi lesz, mint az első 100 m-en. A légtömeg tehát a talajról 200 m magasságra jutva fel 0,24°-ka alacsonyabb hőmérsékletűvé válik, mint ahogy a sebesség elhanyagolásával a 2. egyenlet alapján számíthatjuk.

A sebességből származó javítást tanácsos a gyorsulási számításoknál is figyelembe venni. Kutatásaink későbbi során meg fogjuk kísérelni a nedves levegő állapotváltozásának teljesebb leírására is átvinni a levezetés gondolatmenetét.

A belső surlódás hatása elsősorban abban nyilvánul meg, hogy a feláramló levegő a határzónájában a külső, környező légtérből is ragad magával légtömegeket. Ezáltal kétszeres energialeadás történik: hőenergiája és mozgási energiája az eredetinel nagyobb tömegben oszlik el. A magával ragadott légtömeg fékező hatásának egyik jele, hogy a vitorlázó repülésből adódó tapasztalatok szerint a légtömegek 600–700 m talajfeletti magasságot elérve nem gyorsulnak, hanem állandó, vagy kis mértékben ingadozó sebességgel emelkednek tovább a kondenzációs szintig, ill. a konvekciós szintig.

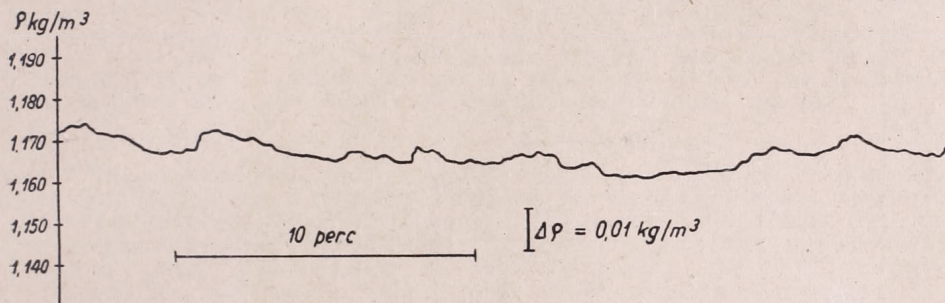
Törekvésünk az, hogy a surlódás hatását is figyelembe vehetővé tegyük akár talajszinti, akár magaslégköri, akár mindkettőre kiterjedő légállapotmérések alapján. A talajszinti mérés sem indokolatlan, mert a feláramlás belső szerkezetének kialakulására vonatkozóan a talajmenti réteg turbulencia-viszonyai erősen kihatnak. A távoli tárgyak képeinek vibrálása vizuálisan is észlelhetővé teszi azt a mikroturbulenciát, amit a feláramló levegőnek a talajtól való elszakadása sem olt ki azonnal s amely a nagy tömegű, lassan felfelé induló túlmelegedett légtömeg határzónájában akkor is keveredést okoz a külső környező levegővel, amikor áramlási okok ázt még egyáltalában nem indokolják. Nagy légtömeg esetében ez a hatás elenyésző, kisebb tömegnél azonban igen jelentőssé válik. Szükséges tehát az induló légtömeg méreteinek és légtesti alakjának meghatározása is. A száraz levegő magassággal járó hőfok-változása az indulási állapotban fennálló mikroturbulencia viszonyoknak is függvénye lesz, ezzel pedig a konvekció és a kondenzáció szintje is.

Közfelfekvő gondolatnak tűnt, hogy mérések útján kíséreljük meg egy-egy feláramlás keletkezésének, folyamatának és megszűnésének követését, de elsősorban a megindulást megelőző légköri körülmények tisztázását.

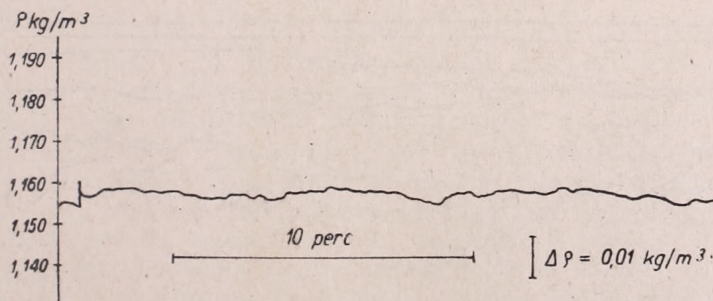
Megfelelő műszerek nem álltak rendelkezésre, ezért második lépésünk egy megfelelő érzékenységu légsűrűség-regisztráló kifejlesztése volt. A műszaki

megoldás elé azt a követelményt tűztük, hogy alkalmasnak kell lennie terepen való mérésekre, azaz szél-, napsütés-, csapadékhatások a pontosságát nem befolyásolhatják. Az érzékenységét csak annyiban akartuk megszabni, hogy a talajközeli 1–2 m magasságú légrétegben lejátszódó 2 perc alatti sűrűség változásokat érzékelhető módon optikai segédberendezések igénybevétele nélkül tegye megállapíthatóvá.

Légsűrűségmérő műszer gondolatát már néhány évtizeddel ezelőtt *Blasius* is felvetette, azonban a rajzban és leírásban is közölt egyszerű műszer érzékenysége nem volt kielégítő. A fentjelzett célra viszont nem tűnt eléggé kis tehetetlenségűnek sem, ezért más, egyszerű eszközökkel is realizálható megoldást választottunk. A műszer, a légsűrűségíró (ρ -gráf) még nem teki-
 tethető kiforrottnak, de meglevő első alakjában is alkalmas 1 gr/m^3 légsűrűség



1. ábra



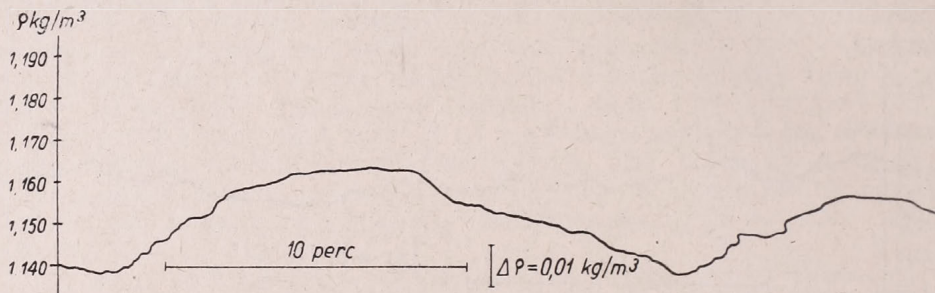
2. ábra

változások regisztrálására. Ennek a diagrammon csaknem pontosan 1 mm kiterés felel meg.

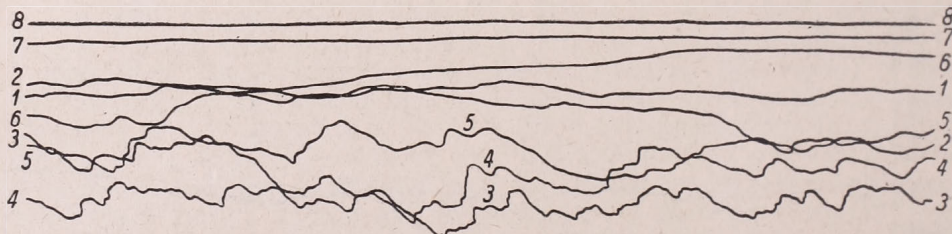
Eddig még csak alig néhány mérést volt vele módunk végezni, mert az egészen közeli multban készült el. Az alábbi négy diagramm ezek közül való. Az elsőt 1,8 m magasságban a ferihegyi repülőtéren 12^{30} – 12^{00} időben rajzolta fel a műszer 1954. szeptember 12-én, a másodikat 1 órával később 1 m magasságban, a harmadikat 0,2 m magasságban egyfélórával később. Ez utóbbin a nagy hullám a napsütésnek egy felhő által okozott fékezése folytán jött létre, ami 7,5 perc alatt 4° -os hőmérséklet-csökkenést hozott létre. A negyedik diagramm egy lakóház északnyugati fekvésű erkélyén készült 1954. szeptember 13-án 15^{30} – 19^{30} között. A Nap csak a d. u. egy részében érte ezt az erkélyt, a házat körül folyó levegő is csak ekkor kezdett a falaktól átmelegedni. Az átmelegedésből származó turbulencia megjelenése vagy megszűnése jól kivehető. Turbulencia vizsgálatokra városok feletti átmele-

gedések hatásaira ilyen természetű mérések szerény nézetünk szerint a műszerrel egyszerűen lesznek megoldhatók.

Feltűnő a görbék hasonlósága egyes szakaszokon, mint pl. az alsó három vonal közepe táján. Minthogy az íróműszer hengere 30 perc alatt fordult körbe, a három egymás alatti szakaszon látható hullámok is félóránként ismétlődtek. Nem ennyire kifejezett, de felismerhető hasonlóság van a jobboldali alsó két vonal vége felé is. Itt tehát periodikus légsűrűség változás mutatkozik, és pedig nem is kis időközökben, tehát Kármán-féle örvénysor által keltett nyomás, ill. hőmérséklet ingadozásra nem gondolhatunk. Mint-hogy a jelenség csak a napsütés tartama alatt regisztrálódott, bizonyosra vehető, hogy a konvekciói valamilyen periódus kísérő jelenségéről tudósít.



3. ábra



4. ábra

(A henger többszöri körülfordulásából származó görbék sorrendjét a kezdő és végpontok megszámozásával tüntettük fel. A kezdő pontok a baloldaliak.)

A turbulencia-problémával kapcsolatban figyelmet érdemel, hogy a légsűrűség-regisztrálással párhuzamosan végzett léghőmérséklet-mérés szerint a sűrűség ingadozása sokszor nem követi a hőmérsékletét. Felmerül az a gondolat, hogy a műszerek tehetetlenségéből adódó eltolódásról van szó, azonban a tapasztalt esetekben fázis-eltolódás nem állott fent. Ezenkívül sokszor a műszerek beállási idejét messze felülmúló időtartamban is mutatkozott az egymástól eltérő értékmenet. Megfigyelhető volt, hogy éppen az erősebb szélbefúvások alkalmával mutatkozik a különbség, ami rögtön nyilvánvalóvá teszi a nyomásváltozásra való visszavezethetőséget. Ha ez az észre-vételezés a későbbi kísérleti mérések során helyesnek fog bizonyulni, akkor a továbbiakban belőle kiindulva meg fogjuk kísérni olyan műszercsoport kifejlesztését is, ami a felette elhaladó turbulencia-testeket az általuk elő-idezett nyomásváltozás, szél és légsűrűség mérése révén teszi klasszifikál-hatóvá és megszámlálhatóvá.

Wagner Richárd:

Fluktuáló töbörköd

Összefoglalás: 1953. és 1954. évben Hosszúbérc (Bükk) lábánál elhelyezkedő töbör-sorban a talajmenti köd fluktuálását figyeltük meg. A köd képződése a töbör-fenekén kezdődik és látszatra abból kiáramlik, majd visszahúzódik. Ez a jelenség két-háromszor ismétlődik meg, majd a köd a lápa egész területét az erdők lombkoronájáig kitölti. Ezt a sajátos időjárási jelenséget nem a levegő áramlása okozza, hanem a ködképződés és a ködosztlás ritmikus váltakozása.

★

Колеблущий долинный туман. В годах 1953 и 1954 у подошвы горы Hosszúbérc (в горах Bükk) в ряде долин наблюдалась флуктуация поземного тумана. Образование тумана начинается на дне долины и по видимому вытекает из долины, потом потягивается назад. Это явление повторяется 2—3 раза, потом туман выполняет всю площадь ряда долин до листвы деревьев лесов. Это особенное явление вызывается не движением воздуха, а рифмическим чередованием образования и рассеяния тумана.

★

Fluktuierender Dolinen-Nebel. Am Fusse des Hosszúbérc im Bükkgebirge wurde in den Jahren 1953 und 1954 in einer Dolinenreihe das Fluktuieren des Bodennebels beobachtet. Die Nebelbildung beginnt am Boden der Doline, pflanzt sich dann nach aussen hin fort und zieht sich wieder zurück. Nach zwei-dreifacher Wiederholung dieses Vorganges erfüllt der Nebel das gesamte Gebiet der Dolinenreihe bis zum Kronenniveau der Wälder. Diese merkwürdige Erscheinung wird nicht durch Luftbewegungen hervorgerufen, vielmehr handelt es sich um einen Vorgang der Nebelbildung und ein rithmisches Pulsieren des Nebels.

★

A Bükk-fensík Lusta völgyének folytatásában a Nagykőröstől a Kurtabércig terjedő lábán 720—750 m tengerszintfeletti magasságban elhelyezkedő töbör-sorban derült esteiken ködképződést figyelhettünk meg. Az itt keletkezett köd sajátos folyamata méltán kelti fel az érdeklődést.

Bár a Bükk-hegységben végzett kutatásaink feladatai közé ex asse nem tartozott a töbörökben keletkező ködképződés vizsgálata, mégis a Hosszúbérc környezetében levőket állandó megfigyelés alatt tartottuk, sőt 1953. május 20—27., július 2—15., augusztus 23—27., 1954. május 19—30. és július 7—26. között vizsgálatára műszeres méréseket is végeztünk. Augusztusban az elektromos ellenálláshőmérőkön kívül Assmann-féle aspirációs hőmérőket is használtunk. 1954 júliusban csupán radiációs minimum hőmérsékletméréseket végeztünk, a mindenkor alkalmazott vizuális megfigyeléseken kívül.

Megfigyelési központunk közelében a két legnagyobb töbört, a kerekén 15 m mély, víznyelővel rendelkező *A*, és a kb. 7 m mély, víznyelő nélküli *B* töbört vontuk be vizsgálatainkba. Ugyancsak ezekben végeztük el, műszerállományunktól függően a műszeres megfigyeléseket is.

Hosszúmezőnek ez a nyugat-keleti tengelyű szakasza a 800—820 m magas Hosszúbércel és a Nagykőrös 760—780 m magas nyulványával határolt. A szintkülönbség tehát 60—80 m, az *A* töbör víznyelőjénél pedig 90—100 m.

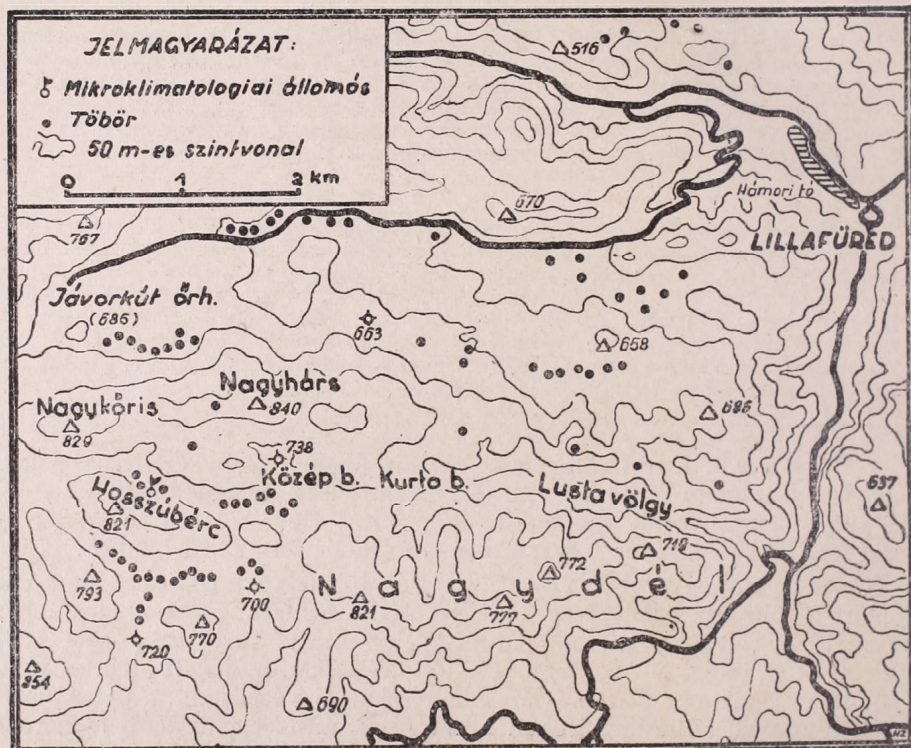
Mind a két töbör nyugati részén meredek, sziklás; a keleti részén a lápa tengelyében előbb nagyobb szögben, majd enyhén emelkedik.

Mind a két bérc bükkössel borított. Az erdő völgyi szegélyét a Hosszúbércen kb. a 750 m-es szintvonalon, a lankásabb déli lejtőn pedig kb. 10 m-rel alacsonyabban találjuk.

A töbrök és a lápa növényi asszociációi: a lápafenéken *nardetum*, a lejtőkön az erdőszegély körzetéig *hegyi rét*, az erdő pedig az északi lejtő alsó felén *asperulás bükkös*.

Kutatásaink itt töltött időszakában gyakorta figyelhattunk meg ködöt:

1. A felsiklási, valamint betörési *front* felhőzete több alkalommal ködként volt megfigyelhető.
2. A Nagykőrös déli lejtőjén sokszor volt látható *lejtőköd*.
3. A megfigyelésünk alatt tartott lápát az erdők koronaszintjéig, tehát kb. 30 m vastagságban *talajköd* töltötte ki.
4. Ugyancsak megfigyelhető volt a *töbröben keletkező talajmenti köd*.



1. ábra. Térképvázlat a Magas Bükk keleti részéről

Ennek további képződése eredményezte a talajködöt is. A töbröben keletkező köd, továbbiakban *töbrököd*, azonban nem mindenkor vastagodott meg annyira, hogy a lápát kitöltse.

A töbrököd rendszerint, mint a kisugárzási ködök általában, derült égbolt és szélesend esetében, alkonyatkor keletkezik.

A töbrőtől 100–200 m távolságra keleti irányból, vizuálisan a következő figyelhető meg. A töbör alsó részén talajmenti köd nyomul a lejtőn E és NE irányba. A köd vastagsága a töbör mélyén néhány méter, a töbör peremén túl, a völgyfenéken 10–20 cm-re vékonyodik el. Az így kiáramlott talajmenti köd a töbör közepétől esetenként különböző távolságig hatol előre. Megfigyeléseink időszakasaiban ez kb. 40–100 m között váltakozott, kialakulásához

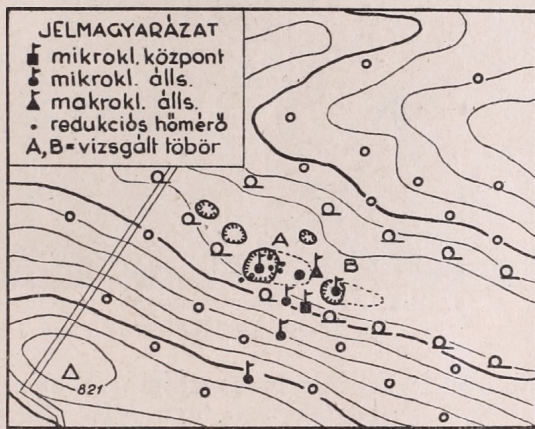
pedig 5—15 perc időtartamra volt szükség. A következő 5—8 perces időszakban a kiáramlott köd visszahúzódik és eltűnik. Csupán a töbor mélyén nem szűnik meg, mert azonnal következik az újabb ködkiáramlás, mely ekkor már 100—150 m-re hatol el, majd újabb visszahúzódás után ismét előre tör, elérve a következő töbörből feláramló ködtömeget és a déli erdőszegélyt.

A ködnek ez a fluktuálása kétszer-háromszor, — sőt megfigyelési anyagunk szerint — esetleg négyszer ismétlődik meg. A körülményektől függően két-három kiáramlás után összeomlik, vagy talajköddé alakul és a fluktuálás megszűnik.

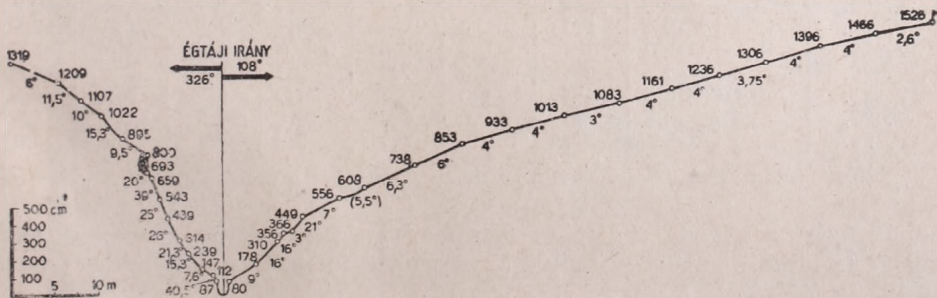
A ködképződés feltételei makro-időjárási szempontból azonosak. Más és más mikroklímateréseken belül azonban a ködképződés lehetősége különböző.

A ködképződés lehetősége sugárzási időjárásnál a töbörben legnagyobb. Ezt a geomorfológiai képződmény nagy szintkülönbségei okozzák. A töbör déli oldala a Hosszúbérc északi lejtőjének folytatása. Ez a hegyoldal azonban bükkössel borított és az erdőszegély a víznyelőtől 15 m szintkülönbséggel található meg, tehát *magya a töbör fállan*. (I. tábla 1. kép.) A W—NW oldal meredek, sziklás. Az A töbör a terület legmélyebb része, így itt halmozódik fel

a kisugárzás időszakában a hideg légtömeg. A nagy szintkülönbség okozta hatásokat fokozza még az, hogy a víznyelő és a töbör északi kitétségű déli oldala $14^{\text{h}}30'$ után lassan beárnyékolódik és 16 órára a töbör egész terjedelmében árnyékba kerül. (I. tábla, 2. kép.) Ennek eredménye, hogy a töbörben a talajközeli légréteg hőmérséklete zuhanásszerűen csökken. 16^{h} -kor a talajtól 5 cm-re elhelyezett hőmérő rendszerint már alacsonyabb értékeket mutat, mint a 100 vagy 150 cm-re levő. A kevésbé mély és kevésbé árnyékolt B töbörben is bekövetkezik a hőmérséklet menetének ez az állapota.



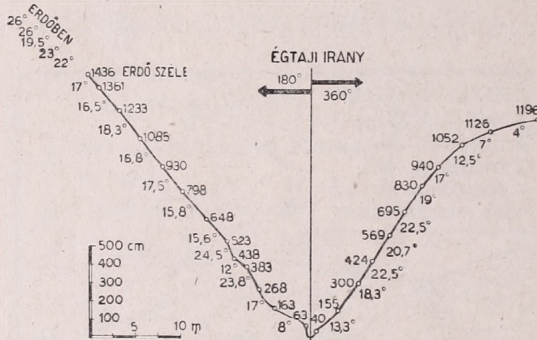
2. ábra. A mikroklíma-kutatások helyszínvázlata.



3. ábra. Az A töbör keresztmetszete. Magassági értékek cm-ekben. A lejtőszög valódi értékei a lejtők alatt fok jelzéssel. A mikroklímaállomás jele a 2. sz. állomás helyét mutatja

Az *A* töbor alján levő víznyelő hőmérsékleti *menete* általánosságban *nem azonos* a felette levő légréteg hőmérsékletjárásával. A víznyelőnek a vegetációs időszakban benne fejlődő csalános fokozódó árnyékolást és kisugárzási védelmet biztosít. A víznyelő mikroklímája tehát a vegetációs idő alatt elveszti önállóságát és függő mikroklímává alakul.

Ezt a radiációs minimum hőméről végzett észleléseink is alátámasztják (1. táblázat). 1954. május 24—29. között a víznyelő mellett, a töbor-fenekén elhelyezett minimum-hőmérővel mindenkor magasabb hőmérsékletet észleltünk, mint a víznyelő feekén.



4. ábra. Az *A* töbor észak-déli irányú keresztmetszete

1954. július 2—24. között viszont a víznyelőben volt minden napon magasabb a hőmérsékleti minimum, mint a víznyelő peremén. 1953. augusztus 16—27-ig Six-féle max.-min. hőmérővel mérve ugyanilyen megállapításhoz jutunk.

1953. május 23—27. közötti, ellenálláshőmérőkkel történt észlelési eredményeink szerint derült éjjeleken a víznyelő feekén hidegebb volt, mint a töbor feekén. 1953. júl. 7—15. időszakában pedig

a víznyelő feekén volt magasabb a hőmérséklet napi minimuma.

Ezek az adatok nem támasztják alá *Bacsó Nándor* és *Zólyomi Bálint* megállapításait, miszerint: »A víznyelő viszonylagos meleg voltát a töbor-fenekéhez képest a tölcészerű levezető nyílás földalatti üregekkel való közlekedésével indokolhatjuk.«¹ Az 1953. évi májusi hőmérsékleti minimumok azt iga-

1. táblázat

Nap	<i>A</i> töbor, víznyelőben (1.) 5 cm	<i>A</i> töbor, feekén (1a.) 5 cm	<i>A</i> töbor, sziklafal alatt, 10 ki-tettség (1b.)	<i>B</i> töbor, feekén (9.) 5 cm	<i>B</i> töbor, növényzet felett 5 cm (9a)	Nardetum (2.) 5 cm	Hegyi rét, N-i lejtő, erdőtől 20 m (13.)	Hegyi rét, N-i lejtő, erdőtől 10 m (10.)	Erdő szegély, N-i lejtő (3.)
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1954.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0
V. 23.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0
V. 24.	-2,1	-2,0	2,0	-0,5	—	-0,1	1,8	2,0	2,8
V. 25.	-2,3	-2,0	1,8	0,5	0,6	-0,1	1,6	3,0	3,6
V. 26.	-1,0	-0,5	3,5	1,6	2,8	0,1	2,5	3,4	4,0
V. 27.	-0,1	0,5	4,0	2,0	3,0	1,0	2,5	4,1	4,5
V. 28.	-0,5	-0,5	4,0	3,0	3,0	0,5	1,6	3,6	3,5
V. 29.	1,9	2,5	5,0	4,5	4,7	2,8	4,4	4,9	5,9

Zárójelben a hőmérő-állomások száma.

zolják, hogy a növényzet hatása még nem érvényesül teljes egészében, mert ebben az időszakban itt vannak a legnagyobb hidegek. Viszont július-augusztusban a *töborfeeké* a hidegebb.

¹ *Bacsó Nándor és Zólyomi Bálint*: Mikroklíma és növényzet a Bükk-fennsíkon »Az időjárás« 1934. évi 9—10. száma 185. lap.



1. kép. Az A tőbor. Felvétel: 1953. május 21-én 11 órakor



2. kép. Tőbørsor. A szemlélő felől az első az A tőbor
A világos részek a szőrfővel borított területek. Felvétel: 1954. május 21-én
16 órakor. (Szerző felvételei)



3. kép. A képződő töbörköd, 1953. július 12-én 20^h körül
Jól látható a töbör erdő felőli lejtőjén is a köd keletkezése. (Kérdő István felvétele)



4. kép. A fluktuáló töbörköd legnagyobb kiterjedésben, az első képződési ritmusban,
1954. május 21-én (Szerző felvétele)

5/a kép*5/b kép**5/c kép*

A ködoszlás folyamata
(felvétel 3 percenként)
1954. május 21-én.
(Szerző felvételei)



6/a, 6/b kép.

Újabb ködképződés (felvétel 5 percenként).
1954. május 21-én.
(Szerző felvételei)



7. kép. A második ködoszlás kezdete 1954. május 21-én.
(Szerző felvétele)

Természetesen nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy *Bacsó Nándor* és *Zólyomi Bálint* kitűnő úttörő munkájukban más töbrök vizsgálatairól számoltak be. Mégis úgy véljük, hogy a növényzet okozta befolyás látszik.

A lápa nardetummal fedett térségének mikroklímáját a töbörtől 160 méterre keletre, a 2. sz. állomáson vizsgáltuk. Az állomás talaja közel vízszintes (2°-os lejtő W felé), 15 m-rel magasabban fekszik a töbröfenéknél. Az itt elhelyezett mikroklíma-állomás 17^h után kerül árnyékba. Ennek megfelelően időjárástól függően, de legtöbbször alkalommal 18—19^h körül a talajközeli légrétegben a legalsóbb szint hőmérséklete a legalacsonyabb. Derült időben^h 19—20^h táján jelenik meg a harmat. A harmat megjelenése után a hőcsökkenés üteme átmenetileg mérsékeltebb.

Az erdőben, az erdőszegélytől 70 m-re, északi irányú lejtőn is végeztünk észleléseket. Az esti lehűlés itt derült időben is mérsékelt. Az erdőszegélyen a lehűlés menete az erdő és a nardetum értékei között található meg.

Az erdőben derült időjárás esetén ködöt nem észleltünk, ami az erdei mikroklímák természetszerű jellemzője.

Az 1953. év augusztusában több szintben aspirációs pszichrometerekkel is észleltünk. Ennek alapján megállapítható, hogy a nardetum felett és a töbröben egyaránt a talajközeli 5 cm-es légréteg viszonylagosan a legpárásabb. A nappali órákban — észleléseink szerint — még kivételesen sem volt alacsonyabb a relatív nedvesség az 5 cm-es légrétegben, mint a felette (50 cm, 150 cm) levőkben. Például 1953. augusztus 17-én 150 cm-en a relatív nedvesség 44%-ra süllyedt, az 5 cm-es szintben 57% volt az értéke; augusztus 21-én 42%-kal szemben 5 cm-en 56% volt a legalacsonyabb légnedvességi érték. A relatív nedvesség napi menetében az jellemzi a nardetumot a fentiek kivételével, hogy az éjjeli magas (100—95%) értékek 90% alá csökkenése a talajmentén a 100—150 cm-es szinthez képest általában két órát késik. Jelen tanulmány célkitűzése szempontjából ennél sokkal jelentősebb, hogy az 5 cm-es szintben a 150 cm-es szinthez képest három órával is hamarabb közelíti meg a légréteg a 95—100%-os relatív nedvességet. Például augusztus 16-án, 20-án, 26-án stb.

A talajfeletti legalacsonyabb légréteg lehűlése következtében a relatív nedvesség már 95—100%-ra emelkedik, amikor még a felette lévő légrétegek alacsonyabb (70—80%) légnedvességűek.

A további lehűlés folyamán rendszerint harmatképződés következik be, először a töbröfenéken, később a nardetumon. A harmatképződés a lehűlést csak kis mértékben és átmenetileg csökkenti.

A felsorolt jellegzetességek és tulajdonságok a talajmenti ködképződés mikroklimatikus feltételeit biztosítják. Derült, szélszélű, vagy gyenge légáramlású időjárás esetén a lehűlés tovább fokozódik és megtörténik a kondenzáció a legalsó szintben. A lehűlés mértékének megfelelően a talajmenti ködképződés a töbröben indul meg először. Ennek megfelelően az 5 cm-es szintben a párányomás megeszkén és a felette levő légrétegekben (50, 150 cm) nagyobb párányomású értékeket kapunk, holott azok értéke is lassú csökkenésben van. A talajmenti köd vastagodása eredményeként a párányomásban alulról felfelé haladva találjuk meg a magasabb értékeket.

A hideg levegőnek a mélyben való felhalmazódása következtében nem szorul magyarázatra a ködnek a töbrö mélyén való keletkezése. Részben a töbröben keletkezett hideg légtavacska szintjének emelkedése következtében, részben pedig azért, mert a töbrö oldalfalai, valamint az ezen elhelyezkedő légréteg is folyamatosan hűl le, a ködképződés a terepen folyamatosan emelke-

dik. A töbör közepén mind vastagabb lesz a köd, de ennek szintjén túlnyúlik a töbör oldalán képződött vékony köd.

Ennek a feltevésnek igazolására álljon itt a hajnali minimum-hőmérsékleteket feltüntetető alábbi táblázat:

2. táblázat

Nap	E kitettségű		S kitettségű		W kitettségű		N kitettségű		Töbörfenék			
	5 cm	150 cm	5 cm	150 cm	5 cm	150 cm	5 cm	150 cm	5 cm	100 cm	150 cm	
1953.												
VIII. 25.	4,8°	4,8°	5,0°	5,8°	4,2°	5,0°	4,0°	4,8°	3,7°	5,5°	6,5°	
VIII. 26.	5,9	6,2	5,5	6,5	5,3	5,8	4,8	6,0	4,0	6,2	8,5	
VIII. 27.	8,2	8,4	7,3	8,5	7,5	7,0	7,0	8,0	7,5	8,4	8,0	

A hőmérők elhelyezése: Az E, S, W, N kitettségű hőmérő-állomások a töbörfenéktől 2 m-es szintkülönbséggel voltak elhelyezve. — A töbörfenéken levő állomás a víznyelő szélén volt felállítva. — A cm-ek a hőmérők talajfeletti magasságát adják.

Meg kell jegyeznünk, hogy 1953. augusztus 24—25. éjjele derült, 25—26. éjjele 6—4/10 közötti felhőzetű, 26—27. éjjele pedig 6—9/10-es borultságú volt. A relatív nedvesség 90—100% között ingadozott minden éjjel.

A *W* kitettségű oldal az a lejtő, amely a lánán elhelyezett 2. sz. mikroklíma állomáshoz vezet; az *N* kitettségű pedig a magas lejtőszögű oldal, amelyen az erdőszegélyt találjuk.

A 3. táblázat az előbbi felállítási körülmények szerint mért éjszakai minimum-hőmérsékleteket tünteti fel. Az irányok kitettséget jeleznek.

3. táblázat

Nap	Töbör széle	Töbör	Töbör	Töbör	Töbör	Töbör	Töbör	Töbör	Víznyelő	Éjjel 18 ^b —06 ^b
	W 5 cm	S 5 cm	W 5 cm	N 5 cm	E 5 cm	fenék 5 cm	fenék 100 cm	fenék 200 cm		
1953.	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	
VIII. 16.	6,0	6,0	5,0	5,0	5,5	4,5	4,0	4,0	4,5	○ Δ ² C
VIII. 17.	1,0	1,8	1,3	4,0	1,8	1,0	1,8	2,0	1,5	○ F≡C
VIII. 18.	6,4	6,3	7,0	6,0	7,0	7,1	7,0	7,5	6,8	⊕ Δ C
VIII. 19.	4,2	4,6	5,5	4,8	4,5	4,0	4,8	5,0	4,8	⊕ F≡C
VIII. 20.	3,8	6,5	6,0	5,2	6,2	4,2	6,8	7,0	6,5	⊕ Δ C
VIII. 21.	2,8	3,2	2,9	2,2	3,2	2,7	3,5	3,8	3,1	○ F≡≡C
VIII. 22.	7,0	6,8	6,9	6,5	7,6	6,3	8,0	8,2	7,8	⊙ Δ C
VIII. 23.	12,0	12,2	12,2	11,8	12,2	13,2	13,2	12,8		●
VIII. 24.	9,6	9,2	9,8	9,0	9,2	10,2	10,8	9,6		●

Jelmagyarázat: F≡ = fluktuáló töbörköd; F≡≡ = fluktuáló töbörköd, amely talajköddé fejlődött; Δ = harmat; C = szélsend; ○ = felhőzet foka.

Ugyancsak alátámasztják a töbör lehülési viszonyait az 1954. július 21—24-én észlelt adatok is (lásd 4. táblázatot).

Az *N* kitettségű lejtőn, az erdőszegély és a töbörfenék között, a töbörfenéktől 7 m szintkülönbséggel helyeztünk el radiációs minimum hőmérőt (*1d*). Itt 21-én és 23-án alacsonyabb hőmérsékletet, 4,1°-ot észleltünk, mint a töbörfenék 50 cm magasan elhelyezett *1c* hőmérőjén (4,9°). 22-én pedig alacsonyabb (−0,8°) volt a hőmérséklet, mint a víznyelő peremén (*1a* hőmérő: −0,6°). Az adat realitását bizonyítja a *3b* hőmérő alacsony adata is: 2,6°.

A töbör oldalfalain képződött vékony (10–20 cm-es) ködréteg már az alkonyati órákban megfigyelhető vizuálisan is, különösen a töbörnek az erdő felé emelkedő, valamint a keleti irányba húzódó lankásabb lejtőjén is. (II. tábla, 3. kép.) A további lehülés folyamán éppen ezen a keleties lejtőn fokozódik a ködképződés. A töbörtől 50–100 méterre azonban gátat vet a ködképződésnek az, hogy ezeknek magasabban fekvő területeknek talajközeli légrétegei még nem hűltek le a harmatpontig.

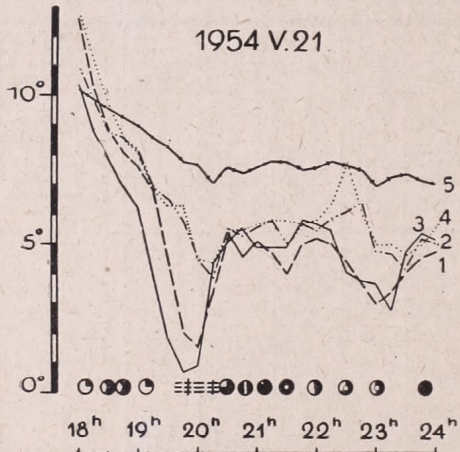
4. táblázat

Nap	A töbör víznyelőben (I) °C	A töbör fenéken (I/a.) °C	A töbör, fenék, növényi szint (I/c.) °C	A töbör, lejtő, N kitettség (I/d.) °C	A töbör, lejtő, WSW kitettség (I/e.) °C	A töbör, E perem, szőrfüvön (2/a.) °C	A töbör, E perem, kevés szőrfű (2/b.) °C	Nardetum (2.) °C	Hegyi rét, N lejtő, erdő szegélytől 20 m (13.)	Hegyi rét, N lejtő, erdőtől 10 m (10.) °C	Erdőszegély (3.) °C	Erdőszegély a töbörnél (3/b.) °C
1954.												
VI. 29.								11,4			11,7	
VI. 30.								6,9			9,0	
VII. 1.								7,2			9,5	
VII. 2.	10,0	8,6	9,6					9,8	10,1	11,0	11,6	
VII. 3.	8,0	7,6	6,5					7,2	5,8	6,1	7,4	
VII. 4.	0,3	-1,3	-0,3					-1,3	0,1	2,5	3,0	
VII. 5.	0,6	-1,1	-0,2					3,0	2,5	3,5	5,0	
VII. 6.	6,0	2,9	3,4					4,6	5,2	5,5	8,4	
VII. 7.	5,6	4,3	4,5					6,8	6,5	7,4	10,1	
VII. 8.	4,8	3,1	3,6					5,6	5,2	6,1	7,9	
VII. 9.	3,5	1,4	1,9					2,5	2,6	3,9	5,5	
VII. 10.	-0,4	-1,8	-1,8					-3,5	-1,1	0,2	2,2	
VII. 11.	1,8	0,0	0,2					0,5	1,3	1,9	4,1	
VII. 12.	5,0	3,4	4,2					2,0	4,8	6,0	6,2	
VII. 13.	4,5	4,0	4,2					5,0	6,0	7,0	9,0	
VII. 14.	11,7	11,2	11,6					11,5	11,2	11,5	11,9	
VII. 15.	6,5	4,8	5,5					6,1	5,6	6,8	8,5	
VII. 16.	2,3	0,5	0,8					3,0	2,5	4,0	6,4	
VII. 17.	2,5	0,6	1,0					1,3	2,0	3,5	5,2	
VII. 18.	3,6	1,8	2,9					3,2	3,2	4,3	6,6	
VII. 19.	11,5	11,2	11,4					12,1	11,5	11,5	11,5	
VII. 20.	5,3	3,0	4,6					5,4	4,5	5,6	7,5	
VII. 21.	5,5	3,2	4,9	4,1	4,7	2,5	3,7	5,4	3,6	4,5	6,6	6,2
VII. 22.	0,4	-0,6	-0,6	-0,8	-0,4	-1,4	0,0	0,5	0,6	1,4	3,8	2,6
VII. 23.	4,0	1,0	2,1	1,9	2,0	1,8	3,2	3,2	3,0	4,1	6,0	5,5
VII. 24.	4,0	-0,4	0,1	1,4	1,2	0,4	1,0		4,1	2,6		5,4

A ködképződés eredményeként a lehülés gyorsasága csökkent, és az erősen lehült szőrfüves növényi állományra kicsapódik a vékony ködréteg. A kicsapódás következtében a felszabadult hó, mint ködoslató szerepel és fokozatosan tűnik el a talajmenti köd. Mivel a köd vastagsága a töbör középpontjától a legtávolabb legesekélyebb, a köd eltűnése is folyamatosan történik meg kívülről a töbör belseje felé.

Ez a jelenség a szemléltetőben azt az érzetet kelti, mintha a köd visszahúzódna. Valójában a köd eloszlik. (II. tábla 4., III. tábla 5a–c. kép.)

A ködben még nem részesült nardetum felett a lehülés mértéke továbbra is meredek a töbörhöz képest, 15–20 perccel később süllyed a harmatpont alá. A lehülés és a hideg levegőnek a töbörbe való szivárgása azonban tovább tart. Ennek megfelelően a levegő hőmérséklete harmatpont alá esik, a ködképződés újra megindul. Az újabb talajmenti köd a fentebb ismertetett ütemben, tehát a lejtőn először az alacsonyabb, majd folytonosan magasabb terepszinten képződik. Ennek a folyamatosságnak nyilvánvalóan az az oka, hogy a hideg légrétegek lassan szivárognak a töbör felé. A viszonylag legala-

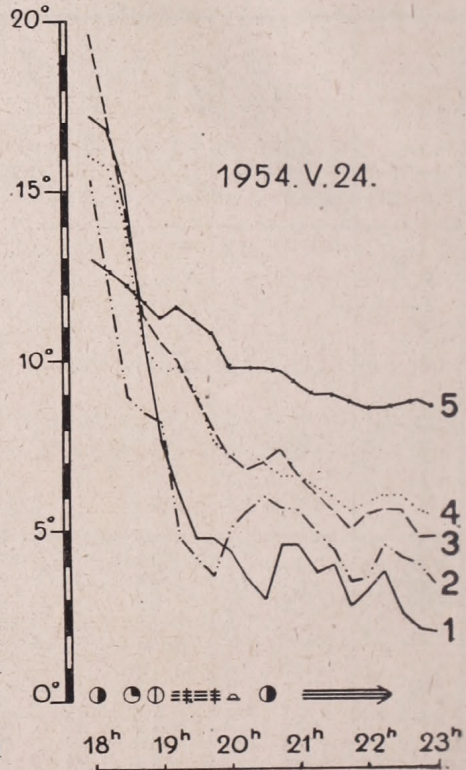


5. ábra. A hőmérséklet menete 5 cm. talajfeletti magasságban. 1. = nardetum, 2. = hegyi rét, 3. = töbör, 4. = erdőszegély, 5. = bükkös. Az áthúzott ködjelek a talajmenti köd oszlását jelzik. A körök a felhőzet fokát mutatják, ezen belül a belső kis kitöltetlen kör a Zenit felhőtlen voltát jelzi. A grafikon a felhősödés következtében megszűnt ködfluktuáció jellegzetes hőmérsékleti menetét mutatja

acsonyabb hőmérséklet tehát a köd peremén van. Így a töbörköddel összeköttetésben nem levő ködképződés a töbörhöz hajló lejtős területen nem fejlődik ki.

A töbörköd második vagy harmadik fluktuálása éri el a 2. sz. mikroklíma állomást, vagyis a lápa hossz tengelyében a víznyelőtől 160 m-es távolságot. (IV. tábla, 6a–b. kép.) Az itt elhelyezett hőmérő adatai szerint a levegő lehülése csökken, vagy esetleg átmenetileg meg is szűnik.

A »kiáramló« köd (megfigyelhető a ködképződés kezdetén, amíg a köd vastagsága nem gátolja az áttekintést) nem feltétlenül a lápa legalacsonyabb szintjeit foglalja el, hanem részben a lankás déli és északi lejtőire is felhúzódik. (IV. tábla, 6a–b. kép.) Megfigyeléseink szerint a töbörköd a nardetumnak azon részein képződik, ahol uralkodóan többségben van a szórfű (*Nardus stricta*). Ez a növény strukturájánál fogva (vékonylevelű, nagyon zártan,



6. ábra. A hőmérséklet menete 5 cm talajfeletti magasságban. Fluktuáló töbörköd után átmeneti felmelegedés, majd újabb lehülés után ködképződés. 1 = nardetum, 2 = B töbör, 3 = hegyi rét, 4 = erdőszegély, 5 = bükkös

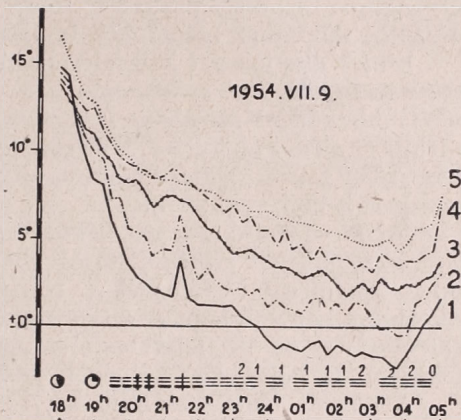
sűrűn fedi a talajt, gyökérzete is vékony és bojtos) fokozza a lehűlést. A növény talajfeletti részei fokozzák a kisugárzást, a gyökérzete pedig rontja a talaj hővezetőképességét. Feltehető volt tehát, hogy a nardetum azon részei felett, ahol a szőrű zártan jelenik meg, erősebb a lehűlés, mint ott, ahol nem uralkodik. 1953. aug. 16-án és 24-én Six-hőmérőkkel igyekeztünk a feltevés bizonyítására szükséges vizsgálatokat megejteni. Egyéb kutatási célkitűzéssel összekapcsolva, Hosszúberg északi lábánál az erdőszegélytől a nardetumig telepítettünk hőmérőket. A nardetum két fáciése között valóban találtunk derült napokon 2°C különbséget is, azonban adataink nem rendelkeztek teljes bizonyító erővel, mert a két hőmérő között 3 méteres szintkülönbség is volt.

Teljes bizonyítási anyagot nyujtanak azonban az 1954. július 21–24. napjain a Fuess-féle radiációs hőmérőkkel mért adatok. Két hőmérőt (2a, 2b) helyeztünk el egymástól 5 méterre, azonos terepszinten, a talajtól 5 cm magasságban. Észlelési adataink szerint a szőrű felett (2a) minden alkalommal alacsonyabb ($\Delta 1,2^{\circ}, 1,4^{\circ}, 1,4^{\circ}, 0,6^{\circ}$) volt a hőmérséklet (lásd : 3. táblázat 2a, 2b), mint az A töbör peremén, a ritkás szőrű között. A fokozódó ködképződésnél a köd keletkezése már nem korlátozódik a nardetum nardus fáciésére, hanem kiterjed az egész nardetum, sőt a lápa teljes terjedelmére és az erdővel határolódik el.

A ködképződés folyamata befejeződhet 2–3 fluktuálás után úgy, hogy a köd — látszólag a töbör felé visszahúzódva — eloszlik. Az az eset akkor következik be, ha a lehűlést a felhőzet felvonulása (1954. V. 21-én), vagy csupán a Zenitbe való felhúzódása (1954. V. 24-én) megakadályozza. Ha az éjszaka folyamán később csökken a felhőzet, a ködképződés rendszerint fluktuálás nélkül következik be. Éjjel köd-fluktuációt megfigyelésünk szerint csak öt alkalommal tapasztaltunk, amikor is a menet nagyon lassú volt.

Ha az alkonyati köd-fluktuálás után is derült marad az égbolt, a töbörköd kitölti az egész lápát, s ebben már az erdő jelenléte is szerepet kap.

Nagyon érdekesen alakult a töbörköd 1954. júl. 9–10. éjjelén. Júl. 9-én $19^{\text{h}}45^{\text{m}}$ -től $20^{\text{h}}08^{\text{m}}$ -ig tartott a ködképződés első üteme. Utána 10^{m} alatt összeomlott; $20^{\text{h}}18^{\text{m}}$ -kor már majdnem teljes ködoszlás fejeződött be, majd ismét megindult a ködképződés és 21^{h} -kor teljesen kifejlődött, a nardetumot elfedte. $21^{\text{h}}30^{\text{m}}$ -kor ismét ködoszlás következett be, de már $21^{\text{h}}45^{\text{m}}$ -kor fejlődőben van és $22^{\text{h}}15^{\text{m}}$ -kor már az egész területet a fák koronaszintjéig kitöltötte. A talajköd $23^{\text{h}}00^{\text{m}}$ után sűrűsödik, majd 15^{h} után ismét ritkul és 10^{h} -én $0^{\text{h}}15^{\text{m}}$ -kor ismét talajmenti köddé alakul, de az egész nardetumot és hegyi rétet kitölti. A vékonyodó ködréteg a lehűlést elősegíti, aminek eredménye, hogy $2^{\text{h}}30^{\text{m}}$ -kor ismét fokozódik a ködképződés és főként a töbör felett vastagodik, elérve ismét a fák lombkoronáját. $4^{\text{h}}18^{\text{m}}$ -től ritkul és 5^{h} -ra oszlik el.



7. ábra. A talajközeli légtér hőmérsékletének menete az erdőszegélyen és a nardetum felett. 1 = nardetum, 5 cm, 2 = nardetum, a növényzet szintje felett, 5 cm. 3 = nardetum, 150 cm, 4 = erdőszegély, 150 cm, 5 = erdőszegély, 5 cm. Az áthúzott talajmenti köd jele = a fluktuáló töbörköd ködoszlási ütemével

A lehülési viszonyok alakulásának eredményeként a 15 méterrel magasabbban fekvő 2. sz. állomás környezetében a radiációs minimum $-3,5^{\circ}\text{C}$ -ra süllyedt, ugyanakkor a töbörben $-1,8^{\circ}\text{C}$ -ra hűlt le a levegő. (Fölöttébb figyelemreméltó, hogy ezek a 2–3 fokkal a fagypontra alá süllyedő radiációs minimum-hőmérsékletek a Bükk-hegység egyenletlen alsztrófensíkján, július közepén, mindössze 750 m körüli tengerszint feletti magasságban jelentkeznek.) Sajnos ebben az időszakban sem az *A*, sem a *B* töbörben nem végeztünk folyamatos hőmérsékletmérést, tehát a 2. sz. állomás adataira, valamint a radiációs minimum hőmérőkre támaszkodhattunk csupán.

Ennek alapján azt kell feltételeznünk, hogy a töbör kihülését az ott lényegesen vastagabb köd csökkentette a 2. sz. állomás környezetében keletkezett sekélyebb köddel szemben. Különösen alátámasztja ezt a 2. sz. állomáson a lehülési menet alakulása. Az erőteljesebb lehülés a köd ritkulásával függött össze, főleg a 23^h15^m utáni helyzetben, amikor a töbörben még mindig jelentős vastagságú köd volt jelen.

A köd vastagsága miatt bekövetkezett hőmérsékleti különbségek a töbör és a lápa közötti szintkülönbség ellenére fennálltak. A töbör felé szivárgó hideg talajmenti légtömegek a töbör peremén és a töbörben még tovább fokozták a kondenzációt és a talajra, növényzetre való kicsapódás folyamatát. Valószínűleg az itt felszabadult hőmennyiségek is hozzájárultak a töbör mérsékelt hideg légtömegének kialakításához.

A hőmérsékleti viszonyoknak ez a visszas alakulása is azt bizonyítja, hogy a töbörköd képződésénél jellegzetes mikroklímátikus folyamatokkal kell számolnunk. A jelenség további kutatása nagyon kívánatos volna, hogy a folyamatokat részletesen megismerjük. Addig is kétségtelennek kell tartanunk, hogy a fluktuáló töbörködöt nem a levegő áramlása, hanem a ködképződés és ködoszlás ritmusa teremti meg.

Bacsó Nándor :

Az éghajlatkutatás operatív kérdései*

Az éghajlatkutatás korszerű módszereinek megvitatása és megállapítása után az elfogadott elvek és a kifizűzött célok megvalósítása érdekében az operatív munka irányvonalait úgy kell felvázolnunk, hogy az elméletből gyakorlat legyen és a következő évtves terv során végrehajtandó munka gyakorlati eredményei megfeleljenek a helyesnek tartott elméletnek.

Leszegezzük, hogy az éghajlat kutatása továbbra sem nélkülözheti az eddig is folyt alapvető munkát, a folyó időjárás állandó és pontos megfigyelését. Az operatív munka első feladata tehát az országos éghajlatkutató állomáshálózat fenntartása, beleértve ebbe annak korszerű fejlesztését is.

1. Az éghajlatkutató állomáshálózat fenntartása, korszerűsítése és fejlesztése. A magyar éghajlatkutató állomáshálózat, amelynek a csapadékmérőhálózat is szerves része, jelenleg 132 magasabbrendű és 970 csak csapadékot mérő állomásból áll.

Nézetünk szerint ez az állomáslétszám a folyó időjárás jelenségeinek pontos megfigyelésére számszerűen, a terület nagyságához mérten elegendő. Az állomások számának további szaporítása tehát nem szükséges, sőt nem is kívánatos, mert az a központi dolgozók létszámához mérten olyan további adminisztrációs terheket jelentene, amelyek vállalása nem állana arányban a szaporítást esetleg megokoló, területileg részletesebb adatfelvétel hasznával. A mennyiségi növelés helyett ezen a téren a minőség javítására kell törekelnünk. Ez azt jelenti, hogy operatív munkánk első, alapvető kötelessége az észlelések pontosságának további biztosítása és ahol szükséges, ott lényeges javítása.

* Az Orsz. Meteorológiai Intézet Tudományos Tanácsának 1954. augusztus 17-i ülésén elhangzott előadás.

Erre *egyes állomásokon igen nagy szükség van.* Ennek elérésére az operatív munkában három eszközt kell igénybevennünk. Az első a *kijórástalanul pontos műszerek alkalmazása*, a második azoknak állandó *karbantartása*, a harmadik az állomások műszereinek, felszereléseinek és munkájának állandó, rendszeres és maradéktalan ellenőrzése, személyes kiszállások útján.

A *kijórástalan műszerek* alkalmazásának előfeltétele az, hogy az Intézet a hálózatba kerülő műszerek előzetes *házi ellenőrzését* minden esetben elvégezze, a műszer természetének megfelelő módon és keretek között és a hálózatba csak az ily módon ellenőrzött, jónak talált, vagy pedig megállapított és nyilvántartott eltéréstől, de helyesen működő műszereket adjon ki. A műszerek ügyében a helyes raktározás, leltározás, nyilvántartás és megőrzés természetesen követelményein kívül az előzetes ellenőrzés és a szükséges *javítások* megszervezése is igen fontos feladat.

A harmadik követelmény az, hogy az *állomásellenőrzés* eddigi nem tökéletes és hiányos megvalósításán javítsunk. Technikusainknak, akik már a műszeres adatok kiértékelésében is jártasak, továbbá az adatok felhasználásának módját is ismerik, állandóan járniuk kell az országot és pontosan lefektetett és ütemezett tervek szerint minden évben *legalább egyszer* minden állomást meg kell látogatniuk. Ezt a munkát, ha az egyéb feladatot, pl. egy különleges kutatás beindítását vagy ellenőrzését nem igényli, középkádereinknek kell ellátniuk, a főosztály erre kiválasztott begyakorolt dolgozóinak, mégpedig mind az ú. n. éghajlatkutató, mind a csapadékmérő állomásokon.

Az állomáshálózat helyes működésének további feltétele az állomások ellátása a megfelelő, korszerű útmutatásokkal és a korszerű észlelések feljegyzéséhez szükséges zsebkönyvekkel, illetve úrlapokkal. Ezen a téren nagyobb hiányosságot a jelenben nem tapasztalunk, de további feltétele ennek a központi irányítás, tehát az osztályvezetőnek folytonos szervező munkája, amely a nyomtatványok terén is a követelményeknek megfelelő tartalmú és beosztású új nyomtatványok megtervezését idejében végzi és idejében való előállításukat is biztosítja.

Az állomáshálózat fejlesztésével kapcsolatos feladat az *új állomások szervezése*. Ezen a téren lehetséges, hogy belső, lehetséges, hogy külső igény az indítóok. A *belső igény* főként a területi egyenletesség elérésére irányul, hogy a makroklima adatainak megszerzése az ország minden éghajlati tájegységről adjon tájékoztatást. Az utóbbi évek szervezésének eredményei sok hiányt kiküszöböltek és különösen dunántúli hálózatunk gazdagodott néhány hézagpótló elhelyezkedésű jó állomással (Szentgotthárd, Káld, Lovászpata, Mór, Homokszentgyörgy, Iregszemcse, Szekszárd, Sztálinváros). Van szaporulat a többi országrészekben is, így az Alföld északi részén, illetve az északi dombos vidéken (Lőrinci, Sárospatak, Kisvárd). Van azonban egy nagy hiány, mégpedig hegyvidékeink viszonylagos elhanyagolása. Itt a háború és egyéb körülmények folytán az utolsó évtizedben mutatkozott lemorzsolódás (Hollóstató, Zirc, Dobogókő) még ma sincs pótolva, nem szólva egyes hegyvidékeink most már bántóan mutatkozó elhanyagolásáról (Börzsöny, Vértes, Bakony, Pilis). Ezeket a vidékeket a csapadékon kívül jóformán semmi más éghajlati elemről nem folytatunk észleléseket. Amidőn új éghajlati állomásokat szervezünk, ezt kell elsősorban szem előtt tartanunk, minden mást megelőzően. Az országos éghajlati térképek szerkesztésekor tapasztaljuk kínzóan ezt a hiányt, amidőn az egyértékű vonalakat kénytelenek vagyunk ezeken a területeken becsléssel meghúzni, a pontosság rovására és a tévedések forrásaként. A külső igények kielégítését is ennek tudatában kell végeznünk, mert a *népgazdaságnak is fontosabb érdeke az, hogy pl. olyan nagyon fontos iparvidékeinkről, mint a Bakony, kijórástalan adatokkal rendelkezünk, minthogy a Nagy-Alföld elég egyöntetű éghajlatának eddigénél is tüzetesebb vizsgálatát végezzük, vagy partikuláris érdekünknek helyt adva, néhol azonos helyen több állomást is tartunk működésben.* Természetes, hogy ezt az elvet sohasem formálisan, hanem rugalmasan és értelemszerűen kell alkalmaznunk, hogy saját tudományos célkitűzéseinkkel a felmerült külső igények összeegyeztethetők legyenek.

Az állomáshálózat korszerűsítésére is számos eredményes lépés történt az utolsó 5 évben. Állomásaink felszerelésének kiegészítése az *egységes állomástípus* kialakítása céljából lényegesen előrehaladt. A léghőmérséklet, annak szélsőségei, a radiációs minimum, a talajhőmérséklet, a csapadék, hőréteg, a szélirány és szélerejesség, felhőzet, látástávolság és a talajállapot mérése vagy műszernélküli megfigyelése az éghajlati állomásokon rendszeresen folyik. Ezeket kívül 110 állomáson a légnedvesség, 51 állomáson a légnyomás, 42 állomáson a napsütés, 41 állomáson a párolgás, 23 állomáson az eső-sűrűség mérése is rendszeres. Az ezek mérésénél használt műszerek túlnyomó részben egységesek, a mérésnél alkalmazott elvek szintén. Ezen a téren is túlnyomó részben csak kisebb jelentőségű hiányosságok vannak. Az állomások jó kerítéssel való körülvétele, felszereléseik karbantartása állandó gondot kíván és erre az illetékes osztályoknak a jövőben is lankadatlan figyelmet kell fordítaniuk.

A magasabbrendű állomásokon a regisztráló műszerek alkalmazása, karbantartása, adataiknak feldolgozása a következő kérdés. Itt a napsütésszalagok teljes, a szélszalagok részleges, az esőíró szalagok szintén részleges feldolgozása történt a multban. Ez a gyakorlati és tudományos szükséglet kielégítésére *nagy általánosságban elegendő is*. Ennek és az ezeken túl ezzel kapcsolatos követelményeknek kielégítése (megfigyelések ellenőrzése, egyes esetek különleges vizsgálata) szükségessé teszi ezek működésének folytonos, rendszeres ellenőrzését. Ez részben a beküldött szalagok havonkénti alapos átnézésével, részben az itt tapasztalt hibák azonnali kiküszöbölésével történik.

2. Az adatkritika és az adatfeldolgozás kérdései. Az éghajlatkutatás operatív munkájának igen lényeges részét jelenti az *adatkritika* és az *adatfeldolgozás*, olyan módszerrel és eredményekkel, amelyeket a nemzetközi előírások szerinti közlésük megkövetel. Az adatkritika egy része az állomás jelentésében szereplő adatok egymással való összehasonlításában áll, amikor is az esetleges belső ellentmondások kiküszöbölődnek. Az adatkritika másik része az adatok összehasonlítása és felbecsülése a közeli és távolabbi környezet más állomásainak adatai tükrében, amelynek segítségével azután szintén az ellentmondások kiküszöbölése történik. De nem állhatunk meg ennél a munkarészletnél a pusztá javításnál, amely mindig önkényes, hanem rá kell jönnünk a hibaforrásra is és azt meg kell szüntetnünk. Nem térhetünk tehát napirendre a dolgok felett a hibák egyszerű kijavításával, becslés útján jobbal való helyettesítésével, hanem levelezéssel, helyszíni kiszárlással, tehát az észlelők folytonos tanításával kell a hibák gyökerét megtalálni és azt kiirtani. Ezeket azért kellett felemlítenem, mert ez igen fontos, sőt elengedhetetlen feladat és teljesítése az osztályok személyzete részére jelentékeny munkarészt jelent. Ennek a munkának elvégzése nélkül azonban az alapadatok hibái miatt minden összefoglaló adat is, továbbá mind az alapadatokra, mind a végértékekre felépített minden tudományos következtetés hibás adatokból indulna ki, tehát téves eredményekre vezetne. Minthogy az Intézet többi osztályain folyó gyakorlati és tudományos munka jelentékeny része is feltétlenül igényeli a *pontos alap- és végértékeket, ezt a kötelezettséget nem szabad félvállról vennünk, hanem teljesítésére a munka nagyságával arányos, jól kiképzett kádereztséget is biztosítani*. Ez az éghajlatkutató és a csapadékmérő osztályok technikusainak és statisztikusainak kellő létszámát és ennek a személyzetnek *kellő szakképzettségét feltétlenül megköveteli*. A meteorológiai adatgyűjtés, adatkritika és feldolgozás nem egy tetszőleges statisztikai adatgyűjtés és adatszámolás pusztá összesítéssel, hanem ezenfelül folytonos szakkritika, amely nem egyszer elég széleskörű és különleges szakismeretet igényel, az anyagban való elmélyülést, a légköri törvények és összefüggések igen alapos ismeretét.

Az adatfeldolgozás ezideig vagy csak igen egyszerű számológépek (túlnyomórésztben lényegében összeadógépek) használatával, vagy fejszámolással történt. Ez már korszerűtlen, mert túlsok munkaerőt, a dolgozóktól túlsok fáradságot, nagytömegű adat esetén komoly megerőltetést kíván. Ezeket kívül azonban új celtitűzésünk, az éghajlati elemgyűttesek vizsgálatára ez az elavult számolási módszer nem is használható, ezen a kezdetleges módon az elemgyűttesek végértékeinek számítása annyira bonyolult és munkaigényes feladat lenne, hogy nem tudnák kétszeres létszámmal sem ellátni. Operatív munkánk korszerűsítése a komoly, villamos számológépek alkalmazásával tehát szintén parancsoló szükséglet. Az igazgatóság ennek tudatában van és remélhető, hogy ezen a téren az előkészítő munka még ezen az őszön megindul, jövőre pedig már erőteljesen folyik. Az ilyen gépi feldolgozás, különösen a tudományos munka alapjainak óriási kiszélesítésével, még be sem látható hatalmas perspektívát tár elénk, amelynek megvalósulása a magyar éghajlatkutatásban és a többi ágakban is valósággal, ezt túlzás nélkül állíthatjuk, forradalmi változást fog előidézni.

Az adatfeldolgozás tervbevett gépesítése azonban, amelynek megvalósításáról sok szép eredményt remélünk, nem mindenható csodaszer és bár egyik vonalon idővel lényegesen csökkenti a létszámszükségletet és könnyíti a dolgozók munkáját, a másik vonalon viszont más természetű munkaszükséglet felbukkanását is jelenti. A gépi feldolgozásra szánt anyag előzetes kritikája továbbra sem maradhat el. Az illető anyag megfelelő csoportosítása, tehát a feldolgozáshoz szükséges ú. n. *bizonylatok* előállítása pedig egyelőre a munkaerő igényt még fokozza is, amíg a gyakorlatban bezabonyol, hogy az eddigiekből minő munkafolyamatok lesznek nélkülözhetők. Addig ez a gépi korszerűsítés többet jelent. Különösen fontos újabb munka ez a vezetőkre háruló tervezés vonalán, mert helyes tervezés nélkül jó eredmény nem várható és sok felesleges munkát is végeznék.

3. Rendszeres kiadványaink és jelentéseink anyagának előállítása. A helyesen alkalmazott adatkritika és adatfeldolgozás után már aránylag egyszerű feladat a nemzetközi megállapodásoktól megszabott tartalmú és alakú havi jelentéseink és évkönyveink anyagának, valamint bizonyos rendszeres időszakos jelentéseink anyagának össze-

állítás. Ez a feladat, ha további részleteiben sokszor egyszerű is, de le nem becülhető, mert az anyag helyességének éber fenntartása mellett a kiadványoknak az igények és a felhasználhatóság szempontjait figyelembe kell vennie, azokat állandóan fejleszteni és korszerűvé tenni. Ez is komoly szakmunkaerő-szükséglet biztosítását követeli meg. A kiadványok tartalmán kívül azok külalakját is megfelelően kell megtervezni és megvalósítani, ami szintén a vezető káderek feladata.

Az éghajlatkutatás eme alapvető munkájának folytatásában ma sem észlelünk túlságosan sok hiányosságot, de ez ne altassa el éberségünket. A tapasztalt hiányosságok egy része az alapos munka követelményehez mérten *kis létszámban, más része a rendelkezésre álló káderek hiányos képzésén múlt, de ezeken felül a dolgozók szorgalma és munkához való viszonya is jelentős tényező volt.* Mindhárom vonalon a hibák kijavítására való szívós és lankadatlan törekvésnek kell a jövőben javulást hozni.

4. Operatív munka a tudományos kutatáshoz szükséges különleges adatanyag feldolgozásához. Itt azokról az adatfeldolgozásokról kell említést tennem, amelyek nem a folyó időjárás adatainak nemzetközi előírások szerinti feldolgozásához tartoznak, hanem különleges célok érdekében különleges módszerekkel végzendő számításokat igényelnek. Ilyenek az általánosan ismert törzserérték-mérés, egyes éghajlati elemek vagy elemegyüttesek évi és napi menetének, változékonyságának, gyakoriságának és földrajzi eloszlásának megállapítására irányuló operatív munkák. Az éghajlatingadozások és éghajlati korrelációk alapszámításai is idetartoznak. *Külön meg kell itt említenem szélviszonyaink, légnyedvességünk, napsütésünk, napsugárzásunk elengedhetetlenül és sürgősen szükséges alapos feldolgozását.*

A tervezés és szervezés ezen a téren a felső káderek, a tudományos munkatársak feladata. A számtömegek feldolgozása azonban statisztikusi operatív feladat, amelyet nem szabad rendkívülinek, esetlegesnek ítélnünk, hanem erre munkaerőt biztosítanunk, hogy az említett téren, hazánk éghajlatának feltárásában ilyen hiányosságok ne legyenek és a mindenkor adódó tudományos feladatok is megoldást nyerjenek. Amint említettük, a gépi feldolgozás ebben lényeges könnyítést hoz és nagyobb teljesítményt tesz lehetővé, de ennek kimondása még nem elég, hanem *tervszerűen és rendszeresen kell biztosítanunk ezekre is a munkaerőszükségletet.*

Az utolsó években ezen a téren igen hiányos volt a munkánk. Mentségünk, hogy a háború okozta hatalmas munkakiesést az első ötéves terv időszakában fel kellett számolnunk és amidőn hálózatunk és további adatgyűjtésünk igazán szép újjászervezését el kellett végeznünk, ugyanakkor a rendszeres kiadványok, pl. az elmaradt Évkönyvek pótlását is végre kellett hajtánunk. Ez a lemaradás legújabb reális terveink szerint 1955 folyamán teljes felszámolást nyer. Ezután majd az évente egyetlen Évkönyv és a havi jelentések és beszámolók elkészítése és kiadása nem lesz olyan nagy teher, hogy ennek viselése mellett a most említett feladatok megoldását ne látnók biztosítva. Ez az éghajlatkutató főosztály mindegyik osztályának operatív munkájára érvényes megállapítás.

A második ötéves terv ütemezése szerint fog alakulni ezeknek a feladatoknak fokozatos ellátása. Akkor hazai viszonylatban munkánk eredménye saját tudományos és a népgazdaság gyakorlati igényeinek messzemenő kielégítését fogja valóban teljesíteni.

5. A népgazdaság igényeinek kielégítése. A kormányzati szervek, hatóságok és intézmények, tudományos intézetek, továbbá az állami vállalatok és gazdaságok nagyon nagyszámú esetben kérnek tőlünk adatokat vagy adatokat és szakvéleményt saját céljaikra, az időjárással és éghajlattal összefüggő gyakorlati vagy tudományos feladataik tervezéséhez és megoldásához. Eme igények kielégítése fontos és szép feladatunk, amelynek helyt kell állanunk, megbizonyítva, hogy Intézetünk nem az öncélú tudományt műveli, hanem az egész nép érdekében dolgozik.

Jól tudjuk, hogy ez az igénybevétel nem rendkívüli, nem mellékes, hanem gyakori és folytonos, ezért kielégítésére fel kell készülnünk. Ez a tudományos munkatársak és a statisztikusok közös munkája, mert minden igény, még a legegyszerűbbnek látszó adatszolgáltatás teljesítése is szakfeladat, mert az igénylőnek igen sokszor hiányosak az éghajlati ismeretei, nekünk kell tehát az éghajlattal és időjárással kapcsolatos ügyeikben elgondolmasuk helyességét szakszempontról felülbírálnunk, nehogy segítségünk éppen tévútra vezesse őket, akik bizalommal fordulnak hozzánk.

Minden külső igényt tehát a teljesítés előtt ebből a szempontból el kell bírálunk és csak azután következhetik annak lehető legteljesebb és kifogástalan teljesítése. Ez a telefonos közlésekre is vonatkozik, amelyek egy része éppen emiatt is személyes vagy írásbeli útra terelendő, nemcsak a számhibák és az elhamarkodott közlések elkerülése érdekében, hanem annak tudatában, hogy legegyszerűbb adatközlésünk is tulajdonképp szakvélemény. Csak így teljesítjük igazán szép kötelességünket, az egész nép szolgálatát.

Rajkay Ödön :

Látástávolság- és felhőmagasságviszonyok csapadékhulláskor

Összefoglalás: A tanulmány egy csapadékos őszi-téli időszak szinoptikus időjelentéseinek statisztikai vizsgálatával megállapítja a látástávolság és felhőmagasság szinoptikus kulcsbeli fokozatainak %-os gyakorisági értékeit csapadékhulláskor. Ezeknek az értékeknek a csapadékmentes időre vonatkozó megfelelő értékekkel való összehasonlításával feleletet igyekszik adni arra a kérdésre is, hogy a csapadékhullás megindulása hány fokozattal rontja le közepesen a látástávolságot, illetve a felhőmagasságot.

★

Условия видимости и высоты облаков при падении осадков. Статистическим исследованием синоптических сведений одного осадочного осеннего-зимнего периода определяются проценты значения частоты синоптических родных степеней видимости и высоты облаков при падении осадков. Сравнивая эти значения с теми наблюдаемыми при безосадочной погоде автор старается дать ответ на тот вопрос, что начало падения осадков в каком мере (сколькими степенями) понижает в среднем видимость или высоту облаков.

★

Visibilité et hauteur de plafond au cours de la chute des précipitations. Pour une période d'automne et d'hiver, très riche en précipitations, l'auteur a calculé la fréquence des valeurs de la visibilité et de la hauteur des nuages suivant l'échelon utilisé dans les messages synoptiques, pour les observations faites pendant la chute de précipitations. En comparant les résultats avec les données des observations sans précipitations, on établit des valeurs moyennes de la diminution de la visibilité et de l'hauteur des nuages pendant la chute des précipitations.

★

A látástávolság — pontosabban : a vízszintes látás távolsága — és a felhőmagasság — pontosabban : a legalacsonyabb felhők alapjának a talaj szintje feletti magassága — a repülésnél közvetlen és fontos, sőt gyakran döntően fontos szerepet játszó időjárási elemek közé tartozik. Hogy a látástávolság és felhőmagasság szerepét a repülésnél kellő megvilágításban lássuk, célszerűnek látszik azt a repülés különböző szakaszaiban kissé részletesebben megvizsgálni.

A tájékozódás a repülésnél lényegében véve két módon történhetik : földlátással vagy műszerek segítségével. A földlátással való tájékozódásra, amelynél a pilóta — illetve nagyobb gépnél a külön ezzel a feladattal megbízott navigátor — a földön látott tereptárgyaknak a térképen való megkeresése útján határozza meg a gép helyét és haladási irányát, nyilvánvalóan csak akkor van lehetőség, ha a legalacsonyabb felhők alapja is a szándékolt vagy előírt repülési magasság felett van és a látási viszonyok a földi tereptárgyak határozott felismerését lehetővé teszik. Minden más esetben a tájékozódás csakis műszerek segítségével történhetik. Ilyenkor, amikor a pilóta vagy navigátor a földből nem lát semmit, repülő-szaknyelven azt mondjuk, hogy a pilóta »vakrepülést« hajt végre, vagy »vakon repül«. Természetes, hogy a vakrepüléshez szükséges műszerekkel fel nem szerelt repülőgép csak akkor indulhat útra, ha a földlátással való tájékozódás lehetősége fennáll.

Már az eddig elmondottakból is látható, hogy a látástávolság és felhőmagasság, valamint annak várható alakulása mennyire lényeges, sőt vakrepülésre fel nem szerelt gép esetén döntő fontosságú a repülés lebonyolítása szempontjából. Még fontosabb azonban az a szerep, amit ezek az időjárási elemek a gépnek a föld közelében való mozgásakor : a felszállásnál és leszállás-

nál, de különösen a leszállásnál játszanak. A leszállás, főképp annak utolsó szakasza csakis földlátás mellett hajtható végre. Ahhoz tehát, hogy egy repülőgép valamely repülőtérré leszállhasson, elengedhetetlenül szükséges, hogy az illető repülőtéren a látástávolságnak, nemkülönbén a felhőmagasságnak egy bizonyos minimális értéke meglegyen. Hogy mekkora az a minimális látástávolság — illetve felhőmagasságérték, amely mellett a leszállás még végrehajtható, az több körülménytől függ. Nagy leszálló sebességű gépek (hőlégsugarhajtóműves — népszerűen »lökhajtásos« — gépek) a leszálláshoz szükséges idő alatt mind vízszintes, mind függőleges irányban nagyobb utat tesznek meg, mint a kisebb leszálló sebességű gépek, érthető tehát, hogy nagyobb leszálló sebességű gépek számára a leszálláshoz szükséges minimális látástávolság- és felhőmagasságértékek is nagyobbak. Nyilvánvaló az is, hogy a repülőtér közelében levő esetleges terepemelkedéseknek (hegyek, dombok) a legalacsonyabb felhők alapja alatt kell lenniök, hogy a leszállás földlátás mellett, kellő biztonsággal legyen végrehajtható. Hegyek, dombok közelében fekvő repülőtér esetében tehát nagyobb lesz a leszálláshoz szükséges minimális felhőmagasság, mint sík vidéken fekvő repülőtér esetében. Hasonló szerepet játszanak a látástávolság esetében a repülőtér környékén fekvő akadályok (toronyok, gyárkémenyek, antennák, egyéb magas építmények). Nyilvánvaló az is, hogy a fiatalabb, kevesebb gyakorlattal rendelkező pilóták számára megállapított minimális leszállási látástávolság- és felhőmagasságértékek nagyobbak, mint a tapasztaltabb pilóták számára előírt értékek. Néhány példa még világosabbá teszi az itt elmondottakat. A ferihegyi repülőtéren pl. csak akkor szállhat le a forgalmi repülőgép, ha a látástávolság 1 km-nél, a felhőmagasság 100 m-nél nagyobb. Olyan repülőgép azonban, amelyet kevésbé gyakorlott fiatal pilóta vezet, csak 3 km-nél nagyobb látástávolság és 300 m-nél nagyobb felhőmagasság esetén szállhat le. A hegyek közelében fekvő pécsi repülőtéren a forgalmi gép csak 350 m-nél nagyobb felhőmagasság esetén szállhat le, még akkor is, ha a gépet gyakorlott pilóta vezeti. A leszállásra vonatkozólag itt elmondottak nagyjából a felszállásra is érvényesek. Minthogy azonban a felszállás a leszállásnál technikailag könnyebb művelet, a repülésvezető a felszállást indokolt esetben a leszállásra érvényes minimális értékek felénél is engedélyezi.

Az elmondottakból már önként következik, hogy mi a repülésmeteorológiai szolgálat feladata a látástávolsággal és felhőmagassággal kapcsolatban: Az egyes repülőtereken, illetve repülési útvonalakon fennálló pillanatnyi értékek nyilvántartásán felül előre kell jeleznie, hogy adott útvonalon, adott magasságban lesz-e szükség vakrepülésre, vagy nem, illetve, hogy adott repülőtéren, adott időpontban, adott gép és pilóta számára a leszálláshoz (felszálláshoz) szükséges minimális látástávolság és felhőmagasság meglesz-e vagy nem. Az ilyen irányú előrejelzésekkel kapcsolatos felelősség igen nagy. Téves előrejelzésnek az lehet a következménye, hogy a már majdnem céljához érkezett repülőgépnek utasaival és rakományával vissza kell térnie kiindulási repülőterére, vagy más kitérő repülőteret kell keresnie.

A látástávolságnak és felhőmagasságnak az előrejelzést megnehezítő *hirtelen változásait* elsősorban csapadékhulláskor, ekkor is főképp a *csapadékhullás megindulásakor, valamint a csapadékhullás erősségének megváltozásakor tapasztaljuk*. Vizsgálatainkban éppen ezért azt a kérdést vetettük fel, hogy milyen jellemző értékeket mutat csapadékhullás esetén a látástávolság és a felhőmagasság és mennyiben térnek el ezek a csapadékmentes időben észlelhető jellemző értékektől.

A látástávolság és felhőmagasság jellemzésére alkalmas többféle számérték között legcélszerűbbnek látszott mind csapadékhullás, mind csapadégmentes idő esetére a *gyakorisági értékeket* választani; egyrészt azért, mert a folyamatos, számkulcsos alakban adott időjelentésekben mindkét elem fokozatos (tehát nem-folytonos) értéksorozattal szerepel, másrészt azért, mert a vizsgált elemek értékeloszlásáról a gyakorlati repülésmeteorológiai célokra legközvetlenebbül felhasználható képet a gyakorisági értékek adják. A vizsgálatok a következő hat repülőter adataira terjednek ki:

Miskolc	Debrecen
Szombathely	Pécs
Budapest—Ferihegy	Szeged

A repülőterek kiválasztásánál két szempont érvényesült: egyrészt, hogy területi eloszlásuk az egész országra kiterjedő és lehetőleg egyenletes legyen, másrészt, hogy a különleges fekvésű repülőterek (a hegyvidék közelében fekvő Pécs, illetve a gyárváros és hegyvidék közelében fekvő Miskolc) a feldolgozásban helyet kapjanak. Időbelileg a vizsgálatok az 1952. aug. közepétől 1953. jan. közepéig terjedő időszakot ölelik fel. Ennek az időszaknak a kiválasztását a következő körülmények indokolják: 1. Ez az időszak az átlagosnál jóval csapadékosabb volt. 2. Az ebben az időszakban előfordult csapadékok között a csapadéknak minden fő fajtája (szitálás, eső, havazás, illetve folytonos és záporos csapadék) kellőképpen képviselve van. 3. Szinoptikailag ez az időszak a szokottnál élénkebb ciklontevékenységgel tűnt ki. A Kárpát-medence csapadékot hozó ciklonjainak mindkét fő fajtája: a nyugati áramlással hozzánk érkező ciklonok és a Vb-pályán haladó ciklonok egyaránt jelentékeny számban fordultak elő; előbbiek inkább az időszak első, utóbbiak az időszak második felében. Naptárilag a vizsgálatokba bevont időjelentés-anyag 1952. augusztus 16-tól 1953. január 15-ig terjed, a határnapokat beleértve, de a munkaszünetes napok kihagyásával. Az egyes napokat tekintve a közép európai időszámítás szerinti 05 óra és 16 óra közötti egész órai időjelentések, tehát napi 12 időjelentés adatai kerültek feldolgozásra. Ez repülőterenként kb. 1500 időjelentést tesz ki. Minthogy minden időjelentésben szerepel egy-egy látástávolság- és felhőmagasságadat, feldolgozásra került összesen 9000 látástávolság- és ugyancsak 9000 felhőmagasságadat. Az egyes repülőtereken az 1500 észlelésnek 13—18%-ában (200—280 esetben) fordult elő csapadék.

Mind a látástávolság-, mind a felhőmagasság-gyakoriságok a szinoptikus időjelentésekben használt fokozatokra nézve határozottak meg, csapadékhullás és csapadégmentes idő esetére egyaránt. Ezek a fokozatok

a látástávolság esetében:

90:	0 m — 50 m
91:	50 m — 200 m
92:	200 m — 500 m
93:	500 m — 1 km
94:	1 km — 2 km
95:	2 km — 4 km
96:	4 km — 10 km
97:	10 km — 20 km
98:	20 km — 50 km
99:	50 km-en felül;

a felhőmagasság esetében:

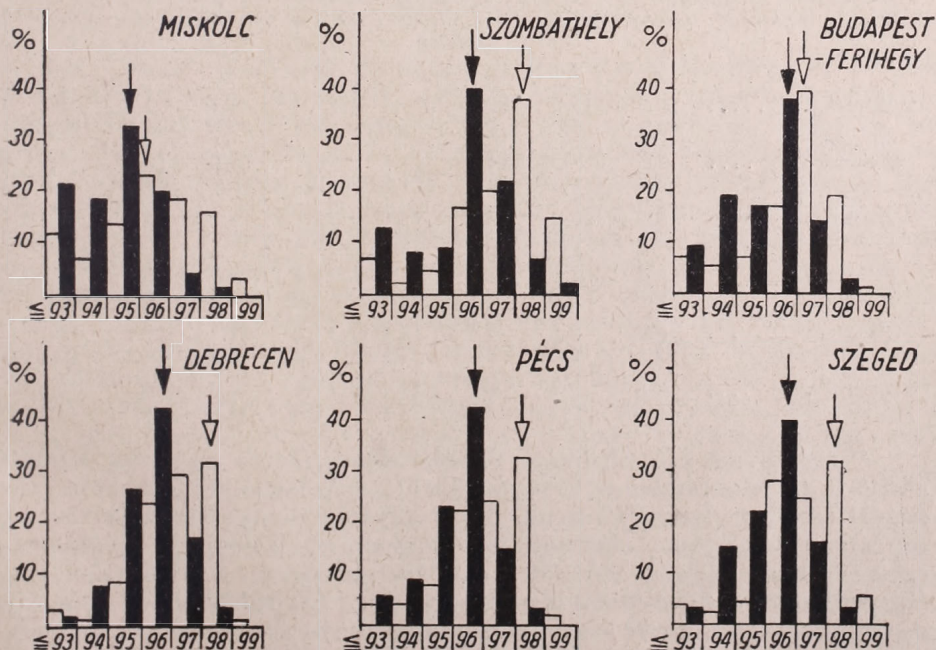
0:	0 m — 50 m
1:	50 m — 100 m
2:	100 m — 200 m
3:	200 m — 300 m
4:	300 m — 600 m
5:	600 m — 1000 m
6:	1000 m — 1500 m
7:	1500 m — 2000 m
8:	2000 m — 2500 m
9:	2500 m-en felül vagy nincs felhő

1. táblázat

A szinoptikus időjelentésekben szereplő látástávolság-fokokatok százalékos gyakoriságai az őszi-téli évszakban csapadékhullás esetén (felső sorok) és csapadékmentes időben (alsó sorok)

	≤93	94	95	96	97	98	99
Miskolc	21,4 11,8	19,4 6,8	33,6 18,9	20,1 23,6	4,2 19,9	1,3 16,3	0,0 2,7
Szombathely	13,0 5,9	8,0 1,9	9,0 4,4	40,5 16,7	21,5 19,5	6,5 37,8	1,5 14,8
Budapest—Ferihegy.....	9,3 6,8	19,0 5,6	16,8 6,5	38,1 16,9	14,7 39,4	2,1 24,2	0,0 0,6
Debrecen	2,2 3,0	8,3 2,0	27,0 8,6	42,1 24,1	17,4 30,0	3,0 31,7	0,0 0,6
Pécs.....	5,2 4,8	9,1 4,9	23,5 8,2	44,0 23,3	15,2 24,2	3,0 32,5	0,0 2,1
Szeged	3,1 3,5	15,4 2,4	21,9 4,8	40,3 27,8	16,2 24,7	3,1 31,4	0,0 5,4

A látástávolság fokozatainak gyakoriságait feltüntető 1. táblázatban, illetve az annak adataiból készített 1. ábrasorozaton az 1 km alatti, tehát ködöt jelentő fokozatok gyakoriságait egybefoglalva láthatjuk. Az 1 km alatti látástávolság ugyanis minden repülőtérré, minden repülőgépre és pilótára nézve egyformán leszállási tilalmat jelent s így az egyes értékek külön-külön tárgyalása felesleges. A táblázat, illetve ábrasorozat a következőket mutatja: Csapadékhullás esetén mindenütt a 96-os látástávolságfokozat



1. ábra. A szinoptikus időjelentésekben szereplő látástávolságfokokatok százalékos gyakoriságai az őszi-téli évszakban csapadékhullás esetén (fekete oszlopok) és csapadékmentes időben (fehér oszlopok). A nyílak a legnagyobb gyakoriságú értékeket jelzik.

lép fel kiemelkedően a legnagyobb (40% körüli) gyakorisággal — az egyetlen Miskolc kivételével, ahol a leggyakoribb fokozat a 95-ös. A legnagyobb gyakoriságú fokozaton kívül számottevő (15—20%-os) gyakorisággal a vele szomszédos (95-ös és 97-es, illetve Miskolc esetében a 94-es és 96-os) fokozatok lépnek fel. Miskolcon, Ferihegyen és Szegeden még a legnagyobb gyakoriságúnál kettővel alacsonyabb fokozat is számottevő gyakoriságú, ettől a néhány kivételtől eltekintve azonban a többi fokozatok gyakorisága elenyésző. A legnagyobb gyakoriságú és azzal szomszédos fokozatok együttes gyakorisága minden repülőtéren eléri a 70%-ot, sőt vannak olyan repülőterek is, ahol még a 80%-ot is kissé túlhaladja. A csapadékmentes időre vonatkozó gyakoriság-eloszlást tekintve azt látjuk, hogy a legnagyobb gyakorisággal fellépő fokozat négy repülőtéren kettővel, két repülőtéren eggyel magasabb, mint a csapadékhullás esetén legnagyobb gyakorisággal fellépő fokozat. Minthogy a számottevő gyakoriságú fokozatok itt is a legnagyobb gyakoriságú fokozat körül tömörülnek, úgyhogy a legnagyobb gyakoriságú és vele szomszédos, illetve a legnagyobb gyakoriságú és nála közvetlenül alacsonyabb két fokozat együttes gyakorisága általában itt is eléri a 70%-ot, megállapíthatjuk, hogy a csapadékhullás megindulása közepesen egy-két fokozattal rontja le a látástávolságot.

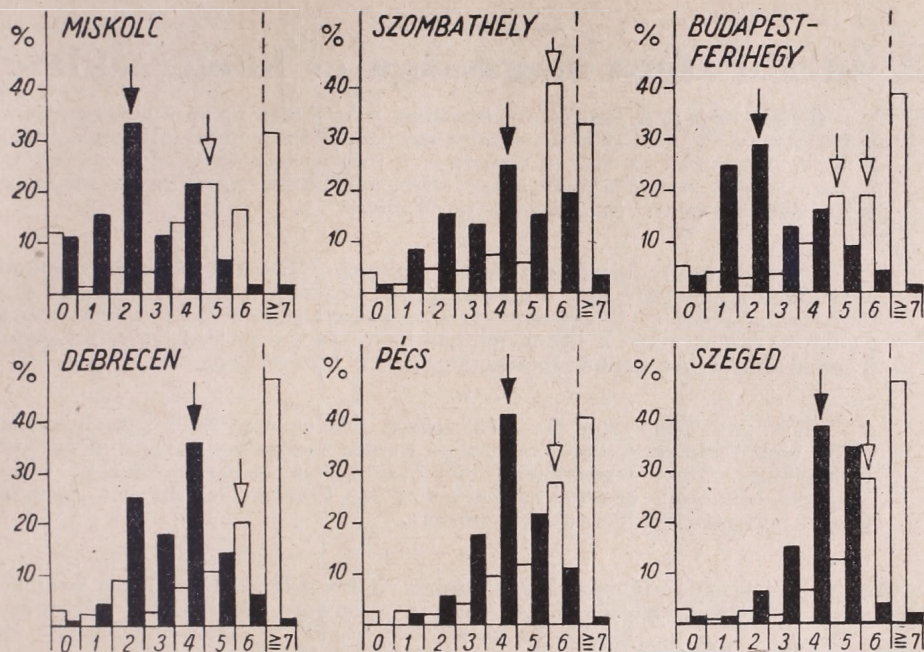
A felhőmagasságfokozatok gyakoriságának meghatározása a felhőzet fajtájára és mennyiségére való tekintet nélkül történt. A felhőzet fajtája ugyanis gyakorlatilag közömbösnek mondható, a felhőzet mennyiségének hasonló feldolgozásokban való figyelembe vételére nézve pedig még nem alakultak ki egységes szempontok.

2. táblázat

A szinoptikus időjelentésekben szereplő felhőmagasság-fokozatok százalékos gyakoriságai az őszi-téli évszakban csapadékhullás esetén (felső sorok) és csapadékmentes időben (alsó sorok)

	0	1	2	3	4	5	6	≥7
Miskolc.....	10,4	15,0	33,7	10,8	21,2	6,3	1,3	1,3
	11,1	1,2	3,5	3,1	13,3	20,8	15,2	31,8
Szombathely....	1,5	8,0	15,0	13,5	25,0	15,0	19,0	3,0
	3,6	1,9	4,5	4,2	7,2	5,3	40,5	32,8
Budapest—	2,9	25,0	28,6	12,5	16,1	9,2	4,3	1,4
Ferihegy.....	5,2	3,4	2,6	3,2	9,5	18,7	18,7	38,7
Debrecen.....	0,9	3,5	22,6	17,4	35,6	13,4	5,7	0,9
	2,3	1,2	8,9	2,7	7,5	10,8	19,5	47,1
Pécs.....	0,0	2,2	5,3	17,4	41,2	21,7	10,9	1,3
	2,5	2,5	2,3	4,3	9,3	11,6	27,4	40,1
Szeged.....	0,8	0,8	6,2	15,0	38,0	34,6	3,1	1,5
	2,5	0,7	1,8	1,2	6,3	12,3	28,1	47,1

A gyakoriságokat feltüntető 2. táblázatban, illetve az annak adataiból készített 2. ábraszorozaton az 1500 m feletti (7-es és nagyobb) fokozatok gyakoriságait egybefoglalva láthatjuk. Ezek ugyanis repülési szempontból egyformán biztonságosan elegendő felhőmagasságot jelentenek Magyarország egész területén s így külön-külön tárgyalásuk felesleges. A táblázatból, illetve ábraszorozatból a következők állapíthatók meg: Csapadékhullás esetén a hat vizsgált repülőtér közül négyen: Szombathelyen, Debrecenben, Pécsen és Szegeden a 4-es a legnagyobb (25—40%-os) gyakorisággal fellépő felhőmagasságfokozat. Miskolcon és Ferihegyen azonban a jóval alacsonyabb 2-es fokozat lép fel legnagyobb (30—35%) gyakorisággal, sőt Ferihegyen



2. ábra. A szinoptikus időjelentésekben szereplő felhőmagasságfokozatok százalékos gyakoriságai az őszi-téli évszakban csapadékhullás esetén (fekete oszlopok) és csapadékmentes időben (fehér oszlopok). A nyílak a 0–6 fokozatok közül a legnagyobb gyakoriságút jelzik

az 1-es fokozat is 25%-os gyakorisággal fordul elő. Minthogy ez 50–100 m közötti, tehát a Ferihegyre nézve megállapított minimális felhőmagasságnál (100 m) kisebb felhőmagasságnak felel meg, ez az eredmény azt jelenti, hogy Ferihegyen az őszi-téli időszakban a csapadékhullás összes időtartamának mintegy $\frac{1}{4}$ -e alatt leszállási tilalomra számíthatunk. Mint a látástávolságnál, általában itt is a legnagyobb gyakoriságúval szomszédos fokozatok lépnek még fel számottevő (átlagosan 15–20%) gyakorisággal, míg a legnagyobb gyakoriságútól mindkét irányban távolabb eső fokozatok gyakorisága kevés kivételtől eltekintve elenyésző. A csapadékmentes időre vonatkozó gyakoriságeloszlást tekintve azt látjuk, hogy a legnagyobb gyakorisággal fellépő fokozat négy repülőtér esetében kettővel, két repülőtér esetében (Miskolc, Ferihegy) hárommal magasabb, mint a csapadékhullás esetén legnagyobb gyakorisággal fellépő fokozat, még akkor is, ha a 7-es és annál nagyobb fokozatokat — amelyek pedig a legtöbb repülőtéren igen nagy (40, sőt 45% feletti) gyakorisággal lépnek fel — nem vesszük figyelembe. Minthogy a legnagyobb gyakoriságú fokozaton kívül számottevő gyakorisággal fellépő fokozatok itt is általában a legnagyobb gyakoriságú fokozat körül tömörülnek, megállapíthatjuk, hogy a csapadékhullás megindulása közepesen két-három fokozattal rontja le a felhőmagasságot, még akkor is, ha a romlást csak az 1500 m alatti felhők megjelenésétől kezdve számítjuk. Azt mindenesetre meg kell jegyeznünk ezzel a megállapítással kapcsolatban, hogy számottevő gyakoriságú fokozatoknak a legnagyobb gyakoriságú fokozat körül való tömörülése a felhőmagasság esetében nem annyira határozott, mint a látástávolság esetében.

Zerinváry Szilárd:

A sztratoszféra magassága és hőmérséklete

Összefoglalás: A tanulmány ismerteti a sztratoszféra alsó határszintjének magasságára és hőmérsékleti viszonyaira vonatkozó újabb állásfoglalásokat. Kitér a széndioxid, az ozon, a vízpára és a porszemcsék hőszabályozó szerepére, a sztratoszféra izotermiájának a kérdésére, valamint a sztratoszféra térségében lejátszódó konvektív légmozgások problémáira.

*

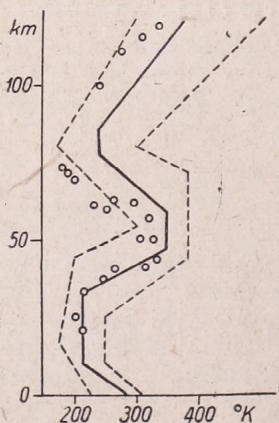
Высота и температура стратосферы. Статья излагает новейшие достижения относительно температурных условий и высоты нижней границы стратосферы. Обсуждает теплорегулирующую роль углекислоты, озона, водяного пара и пыли, вопрос изотермии стратосферы и проблемы конвективных движений происходящих в стратосфере.

*

Höhe und Temperatur der Stratosphäre. Die neueren Stellungnahmen zur Höhe und Temperatur der Tropopause werden besprochen. Die Einflüsse von Kohlensäure, Ozon, Wasserdampf und Staubgehalt werden behandelt. Weiter wird die Isothermie des Stratosphäre und das Problem der im Stratosphärenraume auftretenden Konvektion erörtert.

*

Az elmúlt évek során többször megújultak a viták a nemzetközi tudományos világban a sztratoszféra magasságára és hőmérsékleti viszonyaira vonatkozólag. Célszerűnek látszik, ha az említett vitákat és azok eredményeit legálább nagy vonásaiban összefoglaljuk.



1. ábra. A légkör hőmérséklete 100 km magasságig. A szaggatott görbék az extrém értékeket ábrázolják, a folytonos görbe a közepelés révén kapott értékeket tünteti fel. A körök a V-2 rakétákkal végzett mérési eredményeket mutatják be

Vitán felül áll, hogy a troposzférába érkező sugarakból a vízpára nyeli el a legtöbbet. A széndioxid ezen a téren tehát csak a második helyre szorul, az ozon pedig egészen jelentéktelen szerepet tölt csupán be, aminek az a magyarázata, hogy a troposzférában kevés az ozon [4, 8].

A sztratoszférában azonban változik a helyzet. Kétségtelen ugyan, hogy a vízpára szerepét nem lehet elhanyagolni, de fontossága mégis csökken. Érdekes ered-

Már a múlt évszázad végén megállapították, hogy a levegő hőmérséklete körülbelül 10 km magasságig csökken ($6^{\circ}\text{C}/1\text{ km}$), 10 km felett azonban a hőmérsékletcsökkenés megáll, sőt újabb hőmérsékletemelkedés következik be. (1–2 ábra) [1, 5, 9].

A későbbiek során azt is megállapították, hogy nagyobb szintfeletti magasságban a hőmérséklet évi maximumának és minimumának időpontja későbbre tolódik el. Még érdekesebb azonban az, hogy a troposzférából a sztratoszférába való átmenet zónájában a hőmérséklet maximuma nemcsak korábban alakul ki, hanem a nyári szolstícium időpontjánál is hamarabb jelentkezik (3. ábra) [2].

Az említett jelenséget különböző elméletek különbözőképpen igyekeztek magyarázni.

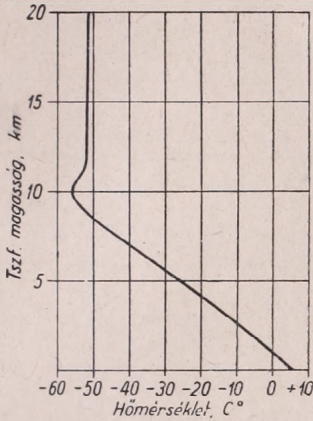
Először az a felfogás uralkodott, hogy a légkör sugárzási egyensúlyban van, vagyis a légrétegek ugyanannyi hőszugarat bocsátanak ki, mint amennyit előzőleg elnyeltek. A felfogás azonban helytelen volt, illetve csak a sztratoszférára lehet alkalmazni bizonyos megszorításokkal.

Volt olyan felfogás is, hogy a sztratoszféra hőmérsékletét az ott levő vízpára szabályozza. Eszerint a felfogás szerint a vízpára elnyeli a Nap rövidhullámú sugárzását, valamint a troposzféra hosszúhullámú hőszugárzását és a földfelszín kisugárzását, de ugyanannyi hőenergiát ki is sugároz, mint amennyit elnyelt [2, 7].

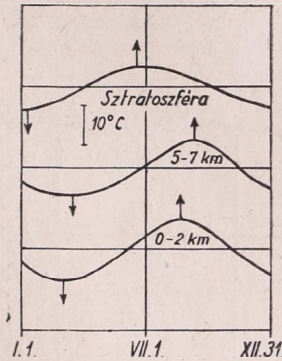
Az újabb kutatások során azonban kiderült, hogy a kérdés nem egészen ilyen egyszerű. Kétségtelenné vált ugyanis, hogy fokozott figyelmet kell fordítani három gáz: a széndioxid, az ozon és a vízpára szerepére.

ményre jutott ebben a kérdésben *Barret, Herndon és Jr. Carter* 1950-ben. A három említett kutató 30 km magasságig bezárólag mérte a légkör neivességét és úgy találta, hogy 30 km magasságban a légnedvesség abszolút értéke körülbelül háromszorosan múlja felül a 17 km magasságban adóító értéket.

Most pedig vesszünk egy pillantást az ózonnra. A légkör 3 mm ekvivalens vastagságú ózonsrétege általában 10 és 50 km magassági szintek között helyezkedik el, koncen-



2. ábra. A légkör átlagos évi hőmérséklete 20 km magasságig a Pavlovszkban végzett mérések alapján

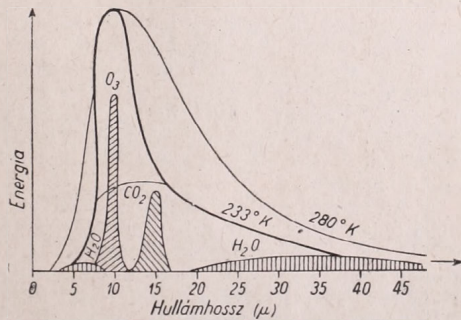


3. ábra. A hőmérséklet évi menete a troposzférában és a sztratoszférában (Goody 1949. évi mérései alapján; $\varphi = 43^\circ 68'$)

trációjának a maximuma, vagyis a tömegközpontja viszont 20–25 km magasságok között van. Ennek az az oka, hogy két egyánsal ellentétes irányban ható tényező befolyásolja az ózon koncentrációját. Egyrészt 50 km felett a hosszabb hullámhosszú (0,23–0,32 μ) ibolyintúli sugarak újra disszociálják az ózon-molekulákat — miközben molekuláris és atomos oxigén jön létre — másrészt 20 km alatt a hő nérséklet emelkedése következtében újra felbomlanak az ózonsztratoszférában [3, 4].

Az eddigi vizsgálatok alapján leszögezhető, hogy a felvetett kérdés megoldásának a kulcsát a három említett gáz (széndioxid, ózon és vízpára) egyes fizikai tulajdonságaiban kell keresnünk.

A 4. ábra vastagon húzott vonala Dobson mérési eredményei alapján bemutatja az energiaeloszlást a talaj és a légkör felfelé tartó hőszugárzásának a spektrumában. Az ábra a tropopauza szintjében uralkodó helyzetet rögzíti. Az ábra feltünteti az energiaeloszlást az abszolút fekete test kisugárzási spektrumában két különböző hőmérsékleti érték mellett. Amint látható, a felső vékony folytonos vonal 280 abszolút fokra (K°), az alsó vonal pedig 233 abszolút fokra van vonatkoztatva. A 280 K° a fölfelszín, a 233 K° pedig a tropopauza hőmérsékletének felel meg. A bevonalkázott részek azt érzékeltetik, hogy a sugárzási



4. ábra. Energiaeloszlás a talaj és a légkör felfelétartó hosszuhullámú hőszugárzásának spektrumában a tropopauza szintjében. (Dobson mérése szerint)

erengitát milyen mértékben nyeli el a vízpára, az ózon és a széndioxid. Láthatjuk, hogy 8 és 12 μ között a talaj hosszuhullámú kisugárzása szinte akadálytalanul keresztülülthet a troposzférán, miután nem fenyegeti az a veszély, hogy valamilyen gáz elnyelje. Ne felejtjük el ugyanis, hogy az ózon mennyisége a troposzférában rendkívül kicsi és ezért elhanyagolható. Az ábra feltünteti ugyan az ózon elnyelését is, de amint említettük, az ábra a tropopauza szintjére van vonatkoztatva, ahol az ózon mennyisége

már jelentős mértékben nagyobb. A 8 és 12 x közé eső tartományon kívül a kisugárzás energiaeloszlási görbéje (vastag vonal) egybeesik az abszolút fekete test kisugárzását ábrázoló görbével (vékony vonal). Ezekon a helyeken tehát az elnyeltes nagyfokú. Az ábra alapján kiszámítható az a hőmérséklet, amely mellett a sztratoszférában levő gázok sugárzási egyensúlyban vannak. Ez azt jelenti, hogy a sztratoszféra hőmérséklete különböző alternatív esetekben is meghatározható. Kiszámíthatjuk tehát a sztratoszféra hőmérsékletét abban az esetben, ha abban a három említett gáz közül csak az egyik, vagy a másik kettő közül valamelyik található.

Az ilyen számításoknál elhanyagolhatjuk a sztratoszférában elnyelt rövidhullámú sugárzást és csak azt a hőmennyiséget vesszük figyelembe, amely alulról a troposzférából és a Föld felszínéről érkezik ide. Az eddig végzett számítások eredményeit az 1. táblázat tünteti fel.

1. táblázat: A sztratoszféra egyensúly-hőmérsékletei a spektrum különböző részeiben (2)

Gáz	Hullám-hossz μ	A kisugárzás forrása	A kisugárzási forrás hőmérséklete (K°)	Egyensúly-hőmérséklet (K°)
CO ₂	14,7	Troposzféra felső rétege	233	201
H ₂ O	6,5	»	233	218
H ₂ O	20	»	233	190
H ₂ O	30	»	233	175
H ₂ O	40	»	233	161
O ₃	9,6	A Föld felszíne	280	250

Az 1. táblázatból leolvasható, hogy a vízpára, a széndioxid és az ózon egyensúly-hőmérséklete 190, 200 és 250 K°-ra tehető. *Dobson* ezek alapján azt a következtetést vontta le, hogy amennyiben ezek a gázok azonos mértékben nyelik el a hosszuhullámú sugárzásokat, akkor az ózommennyiség ingadozása a legszámottevőbb tényező a sztratoszféra hőmérsékletének a kialakításában. Többek között arra hivatkozik például, hogy ha délről északi irányban haladunk, azért emelkedik a sztratoszféra hőmérséklete, mert az ózon mennyisége növekszik. *Dobson* igyekszik magyarázatot találni arra is, hogy miért a nyári szolsztícium idejében a legmagasabb a hőmérséklet a sztratoszférában (3. ábra). Szerinte ennek az az oka, hogy az ózon mennyisége tavasszal a legnagyobb. Arra hivatkozik, hogy a hőmérséklet maximuma ugyanúgy elkésik, mint ahogy a troposzférában sem a nyári napforduló idejében a legmagasabb a hőmérséklet, hanem valamivel később.

Az utóbbi években azonban több idevonatkozó kutatás révén kiderült, hogy ez az elgondolás nem tartható minden tekintetben teljesen megalapozottnak.

A tropopauza sugárzási mérlegét az utóbbi években főleg *Goody* vizsgálta behatóan. *Goody* rámutatott arra, hogy a vízpára sugárzási mérlege mindig negatív, tehát a vízpára kevesebb hosszuhullámú hősugárzást nyel el, mint amennyit kisugárzni képes. Az elnyelés és a kisugárzás mennyisége között tehát különbség van és ez a különbség a hőmérséklet emelkedésével együtt növekszik.

Éppen fordított a helyzet, ha a széndioxid sugárzási mérlegét vizsgáljuk. A széndioxid esetében a mérleg pozitív előjelű, mert a széndioxid több hosszuhullámú hősugarat nyel el, mint amennyit kisugároz. Hasonlóképpen pozitív előjelű és egyenes arányban áll egymással az ózon optikai sűrűsége (a fizikai sűrűség és az elnyelési koefficiens szorzata) és sugárzásának egyenlege is.

Jelöljük az összszugárzás (radiáció) egyensúlyát ΣR -rel, a víz, a széndioxid és az ózon különböző előjelű sugárzási egyensúlyhányadát pedig ennek megfelelően R_{H_2O} -val, R_{CO_2} -vel, illetve R_{O_3} -al. Nyilvánvaló, hogy a szó szoros értelmében vett sugárzási egyensúlyról csak akkor beszélhetünk, ha

$$\Sigma R = R_{H_2O} + R_{CO_2} + R_{O_3} = 0,$$

vagyis a vízpára negatív és a széndioxid, valamint az ózon pozitív előjelű sugárzásainak ki kell egyenlíteniök egymást [2].

Goody eddig végzett számításainak az eredményeit az 5. ábrán láthatjuk.

A grafikon ordináta tengelye a sugárzási háztartás egyenlegének értékeit adja $\text{erg/cm}^3 \text{ sec}$ -ban kifejezve. Az abszcissza tengelyeken azoknak a tényezőknél (földrajzi szélesség, légnyomás, hőmérséklet) az értékei láthatók, amelyek az összsugárzási egyensúlyra hatással vannak. Az ábrán vékony, szaggatott vonalak kötik össze a légnyomás és a hőmérséklet összetartozó értékeit a tropopauza szintjében a $x = 0^\circ, 40^\circ$ és 80° északi szélességeken.

Az ábrán találunk egy vastagabban húzott szaggatott vonalat is. Ez a vonal azt az energiamennyiséget mutatja, amely különböző földrajzi szélességeken ahhoz szükséges, hogy a sztratoszféra hőmérsékletét egy nap lefordása alatt $0,1^\circ$ -kal emelje. Az ábrából leolvasható, hogy az ózon szerepe elenyésző a sztratoszféra alsó, vagyis a tropopauzához közeleső rétegében. Az azonban valószínűnek látszik, hogy az Egyenlítő közelében az ózon szerepe már jelentős. Az is tisztán áll előttünk, hogy a mérsékelt öv és a magasabb földrajzi szélességek sugárzási egyensúlyának a kialakításában jelentős szerepe van a széndioxidnak és a vízpárának. Kiolvasható az is az ábrából, hogy a széndioxid a sztratoszféra felmelegítésén, a vízpára pedig a lehűtésén munkálkodik.

Az ábra figyelmesebb szemlélése során nemcsak az tűnik fel előttünk, hogy a sztratoszféra hőmérsékletének az emelésében az ózonnak jelentéktelen szerep jut, hanem az is, hogy az a csekély hőtöbblet, amelyet az ózon számlájára lehet írni, nem függ a földrajzi szélességtől. Ebben az esetben viszont kézenfekvő az a gondolat, hogy a sztratoszféra hő-komponenseinek algebrai összege a kiegyenlítéseket folytató egyenlő, illetve állandó. Ez könnyen belátható, ha összegezzük az előbb mondottakat. Láttuk ugyanis, hogy a vízpára sugárzási háztartásának egyenlege negatív és abszolút értéke a tropopauza hőmérsékletének emelkedésével párhuzamosan növekszik. Ugyanakkor azt is leszűrtük, hogy a széndioxid sugárzási háztartásának egyenlege az egyenlítő vidékétől eltekintve pozitív előjelű, abszolút értéke pedig egyenesen arányos a tropopauza szintjében uralkodó légnyomás értékével. Előbbi egyenlőségünket tehát bátran felírhatjuk az alábbi alakban is:

$$RH_2O + RC_{O_2} = \text{const.}$$

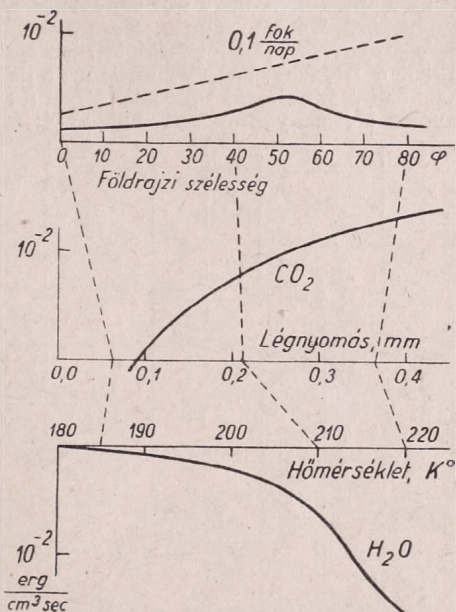
Ez az egyenlőség egyezik azokkal a törvényszerűségekkel, amelyekkel a tropopauza hőmérsékletének a változása terén találkozunk.

Most pedig egy elvi vázlat segítségével és az eddig megismert tények felhasználásával vizsgáljuk meg azt a kérdést, hogy miért helyezkedik el a sztratoszféra közelebb a földfelszínhez a sarkokon, mint a trópusok felett.

A 6. ábrán az ordináta-tengely a tszf magasságot ($H_1 - H_2$) és a légnyomást ábrázolja. A tszf magasság azonban a koordináta-rendszer kez lőpontjától kiindulva növekszik, a légnyomás viszont természetesen ugyanabban az irányban csökken. A vízszintes tengely a különböző hőmérsékletek ($T_{(-3)} - (+2)$) tengelye. A T betű mellett látható különböző előjelű indexek csak elvi jelentőségűek. Az előjeleket csak azért alkalmaztuk, hogy a hőmérsékletnövekedés, illetve csökkenés irányát szemléletesebbé tegyük.

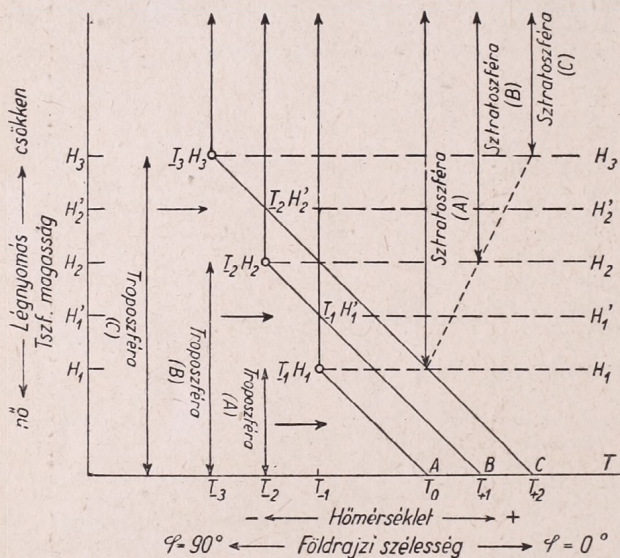
Az ábrán T_0 jelöli a földfelszínen levő »A« földrajzi pont hőmérsékletét. Jelöljük »A« pont felett a sztratoszféra egyensúly-hőmérsékletét T_1 -gvel. Ebben az esetben a sztratoszféra alsó szintje $T_1 - H_1$ -gvel jelzett pontban van. A sztratoszféra ugyanis a H_1 magassági szintben kezdődik.

Most vegyük szemügyre, hogy mi a helyzet akkor, ha a földfelszín hőmérséklete magas. Legyen »B« ez a magasabb hőmérsékletű földfelszíni pont. »B« pontban a hőmérséklet már nem T_1 , hanem T_{+1} . Tegyük fel először azt, hogy a »B« pont felett is



5. ábra. A légkör radiációs mérlege a tropopauza szintjében

ugyanolyan hőmérsékletű a sztratoszféra, mint »A« pont felett. Egyszerűség kedvéért úgy vesszük, hogy a termikus gradiens értéke a két hely felett azonos értékű. Egyszerű megmondolás meggyőzhet minket ebben az esetben arról, hogy az előbbihez hasonló hőmérsékletűnek feltételezett sztratoszféra nem kezdőíhet H_1 magassági szintben, hiszen ebben a szintben az »A«-nál melegebb »B« pont felett a hőmérséklet a T_{-1} értéknél magasabb. Ahhoz, hogy »B« pont felett is megközelítőleg azt az értéket kapjuk, fel kell emelkednünk a H'_1 szintig. Kérdés azonban, hogy a $T_{-1}H'_1$ pontban megtaláljuk-e a keresett egyensúlyi hőmérsékletet? Ha csak a vízpára hőcsökkentő hatása érvényesülne, akkor a H'_1 szintben ugyanaz lenne a hőmérséklet, mint a H_1 szintben. Mi a helyzet azonban a széndioxid frontján? Mivel a széndioxid hőhatása — amint láttuk — a légnyomási viszonyoktól függ, ebből nyilvánvaló, hogy a H'_1 szintben nem alakulhat ki az a hőmérséklet, mint »A« pont felett a H_1 magassági szintben. Beláthatjuk tehát, hogy a $T_{-1}H'_1$ pontban nem kapjuk meg az egyensúlyhőmérsékletet, tekintettel arra, hogy a H'_1 szintben lehűlési folyamat megy végbe. Ez azt jelenti, hogy a sztratoszféra egyensúly-hőmérséklete magasabb szintben, jelen esetben a H_2 szintben valósul meg. Viszont a H_2 szintben a hőmérséklet alacsonyabb, mint a H_1 szintben. Ha tovább megyünk a még magasabb hőmérsékletű »C« pontba, az előbbiekhöz hasonló eredményt kapjuk, vagyis azt, hogy e fölött a pont fölött a sztratoszféra nem lehet a H_1 vagy a H_2 szintben, sőt még a H_2 szintben sem, hanem a H_3 -ban, ahol a hőmérséklet T_{-3} értékű.



6. ábra. A sztratoszféra alsó határszintjének magassága különböző földrajzi szélességeken (részleges magyarázat a szövegrészben)

hőmérséklete között fordított viszony áll fenn: minél magasabb a földfelszín hőmérséklete, annál alacsonyabb a hőmérséklet a sztratoszférában. Ebből kiindulva viszont egy analóg következtetést is levonhatunk a sztratoszféra hőmérséklete és magassága között: a sarkokon a sztratoszféra magasabb hőmérsékletű és közelebb van a Föld felszínéhez, mint az egyenlítőn. Ezt az elméleti megfontolásból levezetett és a megfigyelésekkel is összhangban álló tényt a 7. ábra szemlélteti az egész földgömb viszonylatában. A T_1-T_4 betűk a hőmérsékletet, a H_1-H_4 betűk a földfelszínfeletti magasságokat érzékeltetik. Előbbi ábránk vízszintes tengelyét a két sarkon áthaladó forgástengely és annak meghosszabbítása ábrázolja.

Meg kell említeni azonban, hogy a sztratoszféra hőmérsékletében évszakos ingadozások figyelhetők meg. Ma még nincs erre a jelenségre teljesen kielégítő magyarázat, de feltehető, hogy okát az ózontartalom ingadozásában kell keresnünk.

A sztratoszféra sugárzási egyensúlyára vonatkozó eddigi kutatások máris szép eredményeket hoztak. Ennek ellenére meg kell állapítanunk mégis, hogy még sok részlet-probléma van homályban. A kutatások természetesen tovább folynak ezek tisztázására is. Nézzük meg tehát, hogy melyek azok a részletproblémák, amelyek a közelmúlt években és napjainkban az érdeklődés előterében álltak és állnak.

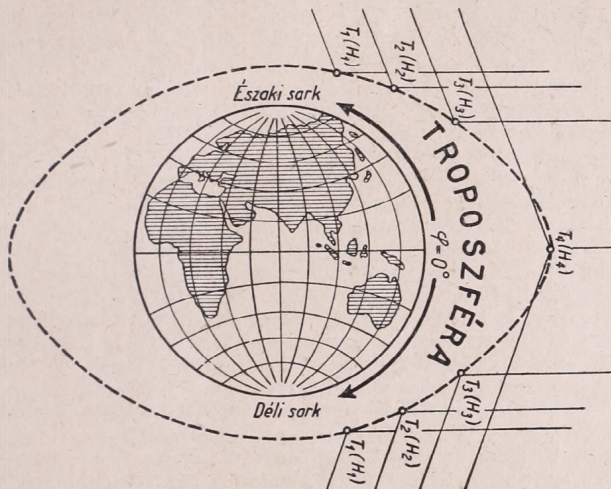
1950-ben I. Strong és G. Plass újabb számításokat végeztek a sztratoszféra sugárzási egyensúlyára vonatkozólag. Abból a feltételezésből indultak ki, hogy a sztratoszféra átlagosan 10 km magassági szintben kezdődik, felső határa pedig 40 km magasságban van. A két kutató a számítások során ± 0 értéket kapott, vagyis úgy találták, hogy a sztratoszféra tökéletes sugárzási egyensúlyban van [2].

A két kutató továbbhaladt. Most már azt a problémát kezdték feszegetni, hogy

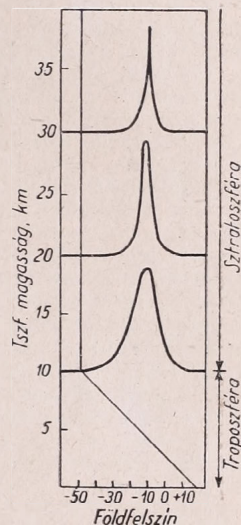
mi okozza az éles elkülönülést a konvektív jellegű troposzféra és az izotermikus jellegű sztratoszféra között? Szerintük a kérdés nyitja abban rejlik, hogy a hosszuhullámú sugárzások légkörben való abszorpciójának mértékét a légnyomás mindenkori értéke határozza meg elsősorban.

A 8. ábra beszédesen igazolja, hogy *Strong* és *Plass* helyes nyomon járnak. Az ábra bemutatja, hogy miképpen váltakoznak az abszorpciós szinképvonalak kontúrjai a sztratoszférában a tengerszintfeletti magasság növekedésével, vagy ami azzal egyértelmű, a légnyomás csökkenésével párhuzamosan. Az ábrából leolvasható, hogy minél nagyobb a tengerszintfeletti magasság, illetve minél kisebb a légnyomás, annál keskenyebbek az abszorpciós vonalak. Ez arról tanúskodik, hogy a sztratoszféra alsó részében kisugárzás megy végbe a bolygóközi térség felé. A kisugárzások következtében lehűlés áll elő, amelyet a földfelszín, illetve a troposzféra irányából érkező sugárzások elnyelése sem tud kompenzálni [2, 10].

Ez az anomális lehűlés, amelyet radiációs lehűlésnek is



7. ábra. A sztratoszféra alsó szintjének magassága a Földön (a szemléltetés elősegítése céljából a rajz nem helyes méretarányban készült!)



8. ábra. Az abszorpciós szinképvonalak kontúrja és a tengerszintfeletti magasság összefüggése

nevezhetünk, csak bizonyos magassági szintben lehet végbe. Ez a szint ott alakul ki, ahol a vízpára mennyisége már elenyésző.

Itt látszólag egy ellentmondással állunk szemben. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a légkör alsó rétegeiben nagyobb az abszorpciós vonalak szélessége, mint nagyobb tengerszintfeletti magasságban, mondjuk 10 km magasságban. Ennek ellenére még sem következhet be olyan erősfokú radiációs lehűlés, mint a magasabb szintekben. Az ellentmondás azonban feloldódik, ha arra gondolunk, hogy a troposzférában — a sztratoszférával ellentétben — meglehetősen nagy mennyiségben találunk vízpárát. A vízpára szinte »leárnyékolja« az alatta levő légrétegeket és ezáltal megakadályozza a világűr javára történő sugárzási veszteségeket, amelyek bekövetkeznének enélkül a »leárnyékolás« nélkül.

Valószínű tehát, hogy az itt előadott okok játszanak közre abban, hogy a sztratoszféra sugárzási egyensúlya stabilis, de ugyanakkor élesen el is különül a troposzférától. Ha ugyanis a sztratoszférát teljes joggal nevezhetjük a sugárzási egyensúly zónájának, ugyanakkor a troposzférát joggal nevezhetjük a konvekció zónájának.

Az újabb kutatások arra is kiterjeszkednek, hogy precízebb választ adjanak egy régebbi kérdésre is, nevezetesen arra, hogy tulajdonképpen miért növekedik a sztratoszféra hőmérséklete, ha az Egyenlítőtől a sarkok felé haladunk?

Azok, akik az eddigiiek folyamán magyarázatot igyekeztek adni erre a kérdésre, általában azon az állásponton voltak, hogy a légkörnek az ionoszféra (újabbban termoszféra) alsó határfelülete alatti része két zónára tagolódik: a konvektív jellegű troposzférára és a radiációs egyensúlyban levő sztratoszférára, eltekintve az aránylag vékony tropopauzától.

Kérdés azonban, hogy megelégedhetünk-e teljesen ezzel a felosztással? Nem kellene-e vajjon más tényezőket is figyelembe venni? Így például mindjárt nem kellene-e vajjon figyelembe venni a légkör kémiai összetételét?

Az újabb kutatások és megfontolások során kiderült, hogy ezt a szempontot sem szabad mellőzni. A légkör összetétele ugyanis csak bizonyos határig változatlan. *Chackett, Paneth és Wilson* 1950. évi kutatásai azzal az eredménnyel zárultak, hogy a sűrűségtől eltekintve a légkör kémiai összetétele 50–70 km-ig gyakorlatilag változatlan, legfeljebb az oxigén százalékaránya csökken kis mértékben a magassággal párhuzamosan. A légkör «kevert» volta viszont arra mutat, hogy igenis vannak függőleges irányú konvektív légmozgások a sztratoszférában is [2].

Ennél a pontnál azonban megint ellentmondásba ütközünk. Mindeddig arról beszélünk, hogy a sztratoszférában izotermia uralkodik. De miképpen egyeztethető ez össze az előbb említett konvektív légmozgásokkal? Ha viszont konvektív légmozgások zajlanak le a sztratoszférában, akkor nem lehet ott izotermia. Helytelen lenne tehát az a megállapítás, hogy a sztratoszférát függőleges viszonylatban stabilitás jellemzi?

Chackett, Paneth és Wilson megállapítását az azóta végzett legújabb kutatások is igazolták. Semmi okunk sincs tehát kételkedni abban. Nyilvánvaló ezek szerint tehát, hogy konvektív légmozgások zajlanak le a sztratoszférában. Azt viszont tudjuk, hogy a légtömegek adiabatikus emelkedés közben lehűlnek. A kérdést tehát úgy kell feltennünk, hogy mi kompenzálja az adiabatikus módon felemelkedő légtömegek hőmérsékleti veszteségét, vagyis mi biztosítja mégis a sztratoszféra izotermiáját?

Erre a kérdésre egy szovjet kutató, *L. R. Rakipova* adott választ a közelmúltban. *Rakipova* arra hivatkozik, hogy a sztratoszférában is van finom porszerű anyag, amely elnyeli a Nap hősugarait. A porszemcsék természetesen visszasugározzák ezeket a hősugarakat a környezetük felé, ami a sztratoszférai levegő molekuláinak a felmelegedéséhez vezet. Feltehető szerinte, hogy a porszemcsék által elnyelt és újra kisugárzott hőmennyiségek értéke egyenlő. Kérdés azonban, vajjon meg lehet-e magyarázni maradéktalanul a sztratoszféra izotermiáját a feltétlenül kismennyiségű porszerű anyag hőkapacitásával? Igaz, hogy hevesebb vulkáni kitérések alkalmával jelentékeny mennyiségű porszerű anyag nagyobb magasságba is feljuthat, de az ilyen esemény ritka és általában lokális jellegű. Csak kivételes esetekben (pl. a Krakatoa 1883. évi kitérése) történik meg, hogy a legfinomabb vulkánikus anyag hosszabb ideig a magasban marad, miközben a Földet «beutazza». Ez a kérdés tehát még tüzetesebben megvizsgálandó.

Említésre méltó, hogy *K. J. Kondratyev* szovjet kutató újabb vizsgálatai alapján azon az állásponton van [2], hogy a sztratoszférában anizotermikus hatású légmozgásokkal is kell számolni. Szerinte azonban ezek a légmozgások és hatásaik rövidéletűek. Ezzel lehet indokolni azt is, hogy eddig elkerülték a kutatók figyelmét. *Kondratyev* egyébként azt sem tartja kizártnak, hogy időnként «hosszabblejáratú» anizotermikus folyamatok is fellépnek a sztratoszférában. Amikor azonban ezek a légmozgások megindulnak, egyidejűleg megindul a radiációs hőcsere is, amely újra stabilizálja és állandósítja a sztratoszféra izotermiáját.

Ha az utóbb mondottakat és főleg *Kondratyev* megállapításait figyelembe vesszük, akkor bizonyos mértékben módosítanunk kell a troposzféra és a sztratoszféra általános jellemvonásairól alkotott eddigi felfogásunkat. Tény ugyanis, hogy a troposzférat a sztratoszférával szemben elsősorban a nagyfokú konvektívitás jellemzi. Nem állítható azonban, hogy a vezetőszeretet betöltő konvekció mellett más tényező szöhozzem juthat. Erősen valószínű ugyanis, hogy számolni kell radiációs hőcserevel is, főleg a tropopauza közelében. Ami viszont a sztratoszférát illeti, kétségtelen, hogy általában sugárzási egyensúlyban van, de erősen feltehető, hogy időnként rövidlejáratú anizotermikus mozgások is végbemennek benne.

IRODALOM :

1. Атмосфера земли. Сборник. Москва. 1953.
2. К. Я. Кондратьев : Тепловой режим стратосферы. Природа 1952 № 7.
3. С. И. Костин : Основы метеорологии и климатологии. Ленинград 1951.
4. И. А. Прокофьева : Атмосферный озон. Москва. 1951.
5. И. А. Хвостников : Загадка серебрястых облаков. Москва. 1953.
6. И. А. Хвостников : Свечение ночного неба. Москва. 1948.
7. А. X. Хргиан : Физика атмосферы. Москва. 1953.
8. F. Link—L. Neuzil : Lety do stratosféry a vyzkum vysoké atmosféry. Praha. 1951.
9. Bernard Lovell—J. A. Clegg : Radio astronomy. New York 1952.
10. S. K. Mitra : The upper atmosphere. The royal asiatic society of Bengal. Monograph series Vol. V. Calcutta 1948.

IRODALOM

ÉGHAJLATUNK ERDŐN, MEZŐN, ÜZEMEKBEN. Az Országos Meteorológiai Intézet népszerű kiadványai, III. kötet. (Szerkesztette: *Takács Lajos.*) Budapest, 1953. 240 (B/5) old.

Az Intézet tudományos dolgozóinak 1951-ben, az I. kötet (Az időjárás és az ember) kiadásakor kitűzött célja az volt, hogy egyrészt kielégítsék a meteorológia felé irányuló érdeklődést, másrészt ébrentartsák azt az ember és az időjárás kapcsolatai és a szocialista társadalomnak a természet átalakításáért folytatott küzdelme iránt.

Az 1952. évi II. kötet (Felhők fölött, felhők alatt) is a természettudományos műveltség emelését és a materialista világnézet megszilárdítását célozta.

A mostani, 1953. évi III. kötet még jobban megközelíteni igyekszik a mindenkori célt: dolgozó népünk tudásának gyarapítását a szocialista építés sikerének érdekében.

A kötet 7 fejezetben tárgyalja az anyagot.

Az *I. fejezet (Milyen a föld éghajlata)* kimerítő részletességgel és érdekesen ismerteti a Föld különböző részeinek, elsősorban hazánknak az éghajlatát, ennek okait, fontosságát a mezőgazdasági termelés szempontjából, az időjárás megfigyelésének szükségességét. Mindenütt hangsúlyozza az éghajlat hatását egyes betegségekre, betegségekre, a kórokozók kifejlődésére, elterjedésére. De az ibolyántúli sugarak vegyi hatása mellett már itt szükséges lett volna azok erős élettani hatásának hangsúlyozása is. A Nap trópusokon megfigyelt járásának valmaga arányánál be kellett volna mutatni az összefüggést szövegben és rajzban a Föld mozgásával napköri pályáján. Ugyanígy az örök hó és jég hazájában is.

A *II. fejezet (Időjárás-klima-egészség)* részletesen elemzi az időjárás és klíma hátrányos és előnyös hatásait az egészségre, amelyek egyrésze régi idők óta ismeretes. Rámutat a vegetatív idegrendszer szerepére. Felsorolja a levegő alkotórészeit és élettanilag hatékony fizikai tulajdonságait: a hőmérséklet változásainak (nagy meleg és hideg), a légnyomásváltozás következményeit (hegyi betegségek, repülés, keszon-betegség, egyéb betegségek és panaszok). Itt tüzetesen ki kellett volna fejteni, hogy mi a végső oka az időváltozásokor megfigyelhető légnyomásváltozásoknak. Ismerteti a fény gyógyító hatását, a nap sugárzás hasznos és káros következményeit, az ibolyántúli sugarak élettani hatásait, a légköri elektromosságnak és ionizációnak kedvező és kedvezőtlen hatásait, a kémiai alkotórészek szerepét az életfolyamatok szabályozásában, az időváltozásoknak és a légköri frontok átvonulásainak élettani és kórtani jelenségeket okozó hatását, a környezet ritmikus és időszakos változásainak hatását az élőlények szervezetére. Ismerteti az éghajlat, makro-, mezo- és mikroklíma fogalmát és meghatározza a kimélő- és ingerklíma gyógykezelési és üdültetési javallatait.

A *III. fejezet (Üzemek mikroklímája)* ismerteti az ipari mikroklíma jellegzetességeit: a levegő szennyezettségét gázokkal, porral, a különböző porátalmakat, a védőberendezéseket, orvosi vizsgálatokat és gyógykezelést. Részletesen felsorolja az egészségre káros ipari gázokat és a védekezés módjait. Megállapítja, hogy a technika meg tudja valósítani a munkahelyen a legalkalmasabb mikroklímát.

A *IV. fejezet (A meteorológia a mezőgazdaságban)* rámutat a gyors meteorológiai hírszolgáltatás jelentőségére a mezőgazdaságban s a vízügyi szolgálatban, az időjárás adatok összegyűjtésének és feldolgozásának értékére többek között a tájtermelésben, a növényhonosításban, -nemesítésben, vízrendezésben, s a mezővédő erdősávok hatásosságára. Hangsúlyozza a meteorológia segítségét a mezőgazdasági üzemvezetésben, a talajvédelemben, a késő tavaszi fagyok elleni védekezésnél és a korszerű mezőgazdaság egyéb területein. — Külön rész foglalkozik a növényi életfejlődést vizsgáló *növényfenológia jelentőségével az agrometeorológiában, a meteorológia új ágában, valamint a táj kutatással.*

Az *V. fejezet (Küzdelem az időjárás károk ellen)* tárgyalja az időjárás csapások elleni védekezést; a védekezést a szárazság és a talajpusztulás ellen, a mezővédő erdősávokat, a mesterséges esőt, a köd szétoszlátását, a védekezést a villámok és a jégeső

ellen, a küzdelmet a fagykárak ellen s a természet átalakítását. Külön részletezi a *védekezést a késő tavaszi fagyok ellen*, a passzív és aktív fagyvédelem különböző módjait.

A VI. fejezet (*Időjós-e a leveli béka?*) laboratóriumi vizsgálatok alapján megállapítja, hogy a béka nem időjós. A fejezet legnagyobb részének tárgya a: *Harc az időjárásibabonák és tévhitek ellen*. Ez egyben talán egyik legfontosabb célja is a könyvnek, amely meg is tesz mindent ennek elérésére. Csak éppen az szükséges ehhez, hogy a könyv el is jusson a babonás emberekhez. A fejezet részletesen ismerteti a régi kor és a kalendárium korának babonáit, a holdimádókat, a mindent-tudó barometert s a döntő napokra vonatkozó, időjárással kapcsolatos néphiteket, amelyek gyűjtését értékes és szép feladatnak mondja. Ugyanitt találhatók a babonás néphitek és furcsaságok, részben tudományos háttérrel, a babonás versikék, a tudomány és a babona viszonya. A végén felszólítja azokat, akik népies időjárás szabályokat gyűjtöttek össze, hogy küldjék be ezeket a Meteorológiai Intézetnek.

A VII. fejezet (*A napfény — élet, erő, színárnyalat*) összefoglalja a napról, erről a kimeríthetetlen energiaforrásról alkotott hitet és tudást a napimádástól az obszervatóriumig, a fotoszintézis távlatait s valóságos költői szépséggel írja le a sokszínű, félmillió színárnyalatot magábanfoglaló napsugár születését és halálát. A fejezetet kiegészíti a *légköri víz* körforgalmának s a *több erdő — több csapadék* kérdésének ismertetése.

A kötet kiállítása tetszetős, a rajzok ügyesek, szemléltetőek, elősegítik a könnyebb megértést. Fontos azonban, hogy a népszerű kiadványok stílusa nyelvilag helyes, egyszerű, világos, könnyen értető legyen éppen azon széles rétegek számára, amelyek csak most ismerkednek a meteorológiával; egyes fejezetek stílusa nem mindenütt ilyen. Szükséges a további kötetekben betűrendes tárgymutató beiktatása, főleg azok részére, akik most tanulják meg a meteorológia elemi fogalmait.

A kötet írói, akik nagy tudással és ötletességgel állították össze az egyes fejezeteket, elérik céljukat: dolgozó népünk tudásának gyarapítását. Ehhez azonban feltétlenül szükséges, hogy a népszerű kiadványok ne csak az Intézethez közelállókhoz, munkatársakhoz jussanak el, hanem a legszélesebb tömegekhez. Ennek érdekében minden lehető eszközt fel kell használni.

Dr. Kovács Loránd

Z. GREGOR és L. KRIVSKY: **Kolísáni frontális zóny v oblastí Atlantiku a Evropy behem roku a ve vztahu k sluneční aktivitě.** (A frontális zóna ingadozása az Atlanti-óceán és Európa területe felélt az év folyamán, és az ingadozás kapcsolata a naptevékenységgel.) Meteorologické Zprávy, Prága, 1952. évf. 5. sz. 122 old.

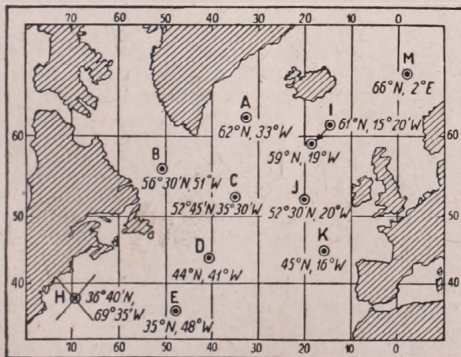
A szerzők a cirkuláció átlag állapotával foglalkoznak az egyes hónapokban. Ezt el is érik a frontális zóna átlag helyzetével, mely tulajdonképpen a légnyomás eloszlásának kiegészítője. A munka első része a zónák különbség előfordulását tárgyalja és kihangsúlyozza, hogy az egyes évszakokban a zónák helyzete nem nagyon változik. Az átlag gyakoriságok térképeit a történelmi időjárás térképek alapján állították össze az 1899 januártól 1939 áprilisáig terjedő időszakra. Az egyes évszakok átlagos ábrázolására a következő hónapok átlagait vették: január, április, július és október. A munka első részének nagy hibája, hogy főleg talajtérképadatai alapján készült, azonkívül nem adja meg a gyakoriságok értékének nagyságát. Nagy hibája az is, hogy nem írja le részletesen az elért eredmények számításának módszereit és a feldolgozás menetét.

Nagyobb érdeme van a második résznek, mely a frontális zóna ingadozásait kapcsolatba hozza a naptevékenységgel. A vizsgált összefüggés megállapítására kiszámították a frontális zóna átlagos gyakoriságtól való eltérést a napfolttevékenység minimális és maximális éveiben az illető hónapokra. Még pedig nem Wolf-féle relatív napfoltszámmal dolgoztak, hanem az Eigenson-féle értékekkel, amelyek a napfoltok visszatérését fejezik ki. Ezek az indexszámok a szovjet meteorológusok szerint is szorosabb kapcsolatban állnak a földi légkörzessel. A viszony kifejezettebb a napfolt-visszatérés szélsőséges éveiben és a frontál-zóna gyakoriságának amplitúdója is sokkal nagyobb. Az egyes, fent már leírt hónapokra ugyanezt a megállapítást vonják le. A frontál-zóna ingadozása azonban legerősebb a napfolt-maximum éveiben. Ez megegyezik azzal a feltevéssel, hogy ilyenkor több energia jut a földre. Hogy milyen formában, arra végleges válasz még ez ideig nem adható. A hatás legnagyobb a téli és tavaszi évszakban. Ez a cikk jó szolgálatot tesz az általános cirkuláció és a napenergia összefüggésének megismerésében.

Németh Tivadar

SZEMLE

ÚJ MEGEGYZÉS AZ ATLANTIÓCEÁNI IDŐJELZŐ HAJÓK ÜGYÉBEN. Ismétletes, hogy a második világháborút követő években az Atlantióceán partjainál fekvő állomások megegyeztek, hogy kötött helyekről időjelző hajókat telepítenek. Ezeknek a hajóknak egyetlen feladatuk, hogy az óceánon ugyanazon a helyen folyamatos észleléseket végezzenek és így pótolják a hiányzó talajállomásokat. Az időjelző hajók fenntartása azonban komoly összeggel terhelte az érdekelt államokat és emiatt az elmúlt év júniusában Londonban konferenciát tartottak a hajókkal kapcsolatos anyagi ügyekről. Ekkor elhatározták, hogy a hajók számát csökkenteni kell. Az idén februárban Párisban összeült újabb konferencia határozott a csökkentésről. Mint-hogy a megállapításuk szerint a hálózat felosztása komoly kárral járna, a csökkentést csak úgy lehetett végrehajtani, hogy a leginkább délnyugatra fekvő H jelű hajót, amelynek kitűzött pontja a $46^{\circ}40'$ északi szélesség és $69^{\circ}35'$ nyugati hosszúság volt, visszavonják. A megmaradó kilenc hely közül az A, I, J, K és M jelű helyre az Egyesült Államok, ill. Kanada küld hajót. (A jelenlegi elrendezést lásd a mellékelt térképen.) Minthogy a személyzet szükséges pihenésének biztosítása, valamint az anyagi utánpótlás miatt egy-egy hajó maximálisan csak két hónapig tud állomáshelyén tartózkodni, a szolgálat zavartalan lebonyolítása végett 21



Az időjelző hajók állomáshelyei az Atlantióceánon az 1954. július 1-én életbe lépett egyezmény szerint

hajót szerelnek fel a következő elosztásban: az Egyesült Államok és Kanada közösen 11, Nagy-Britannia 4, Franciaország 2, Hollandia 2, Norvégia és Svédország együttesen 2 hajót. Belgium, Dánia, Svájc, Olaszország és Izrael anyagilag járul hozzá a fenntartási kiadásokhoz. Külön vita tárgyát képezte, hogy az állomáshelyeket hogyan osszák fel, különösen az A jelű hely kitöltése okozott gondot, minthogy ez van a legmesszebb valamennyi honi kikötőtől. Tehát az ott szolgáló legénységnek van a legkevesebb pihenő ideje, oda kell a legtöbb üzemanyag stb. Hosszas vita után úgy döntöttek, hogy az állomáshelyeket cserélgetni fogják. Az új egyezmény 2 évre szól. Addig tehát az óceáni időjelző hajók sorsa biztosítva van. Működésük nemcsak az óceán-repülések meteorológiai szolgálatánál felbecsülhetetlen értékű, hanem még a szárazföldi ország időjelző szolgálatát, valamint a meteorológiai kutatás szempontjából is.

Osorai Z.

A HOLD ÉS A ZIVATAR GYAKORSÁG KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS. A »*Gerlands Beiträge zur Geophysik*« 1953. évi második füzetében L. N. *Carapiperis* egyetemi tanártól található egy dolgozat, amely a Hold és zivatargyakoriság közötti összefüggést elemzi. Mivel a Holdnak az időjárásra gyakorolt hatása nálunk is kutatás tárgyát képezi, nem felesleges talán *Carapiperis* eredményeinek rövid ismertetése. A szerző az athéni obszervatórium 1901—1940 közötti naponkénti csapadékadatait használta fel vizsgálata céljaira. Számításai szerint az athéni zivatarkok közül újhold idején 27%, első negyedkor 30, teleholdkor 23 és az utolsó negyedkor 20% fordult elő. Összevonva az adatokat újholdra és első negyedre 57%, teleholdra és az utolsó negyedre 43% esett. Itt csak azokról van szó, amelyek az egyes holdfázisok beállási napján fordultak elő.

Mivel Athénban a zivatarkok legnagyobb része a nyári félévben, áprilistól szeptemberig fordul elő, az adatokat két részre bontották és megvizsgálták, hogy ebben az időszakban hogyan oszlottak meg a zivatarkok. Az eredmény a következő:

újhold 32, első negyed 30%, a telehold és az utolsó negyed alkalmával egyformán 19–19%. A nyári félévben tehát újholdra és az első negyedre 62%, a teleholdra és az utolsó negyedre pedig 38% esett.

A Hold hatásának további kivizsgálására még a következő eljárást követték: a holdfázisokat megelőző és követő két napban, tehát összesen öt napban is megvizsgálták a zivatargyakoriságot. Külön az egész évben és külön a nyári félévben. A nyári félévben fokozott mértékű holdhatás jelentkezett most is, bár az újhold + első negyed fölénye, a telehold + utolsó negyedhez képest kissé csökkent is. Újholdkor 28, első negyedkor 29, teleholdkor 21 és utolsó negyedkor 22% az esetek megoszlása (57%, 43%).

Vizsgálatot folytattak ezenkívül abban az irányban is, hogy a holdpálya excentricitása hatással van-e a zivatargyakoriságra. A pálya szélsőségeinél előfordult zivatarkor 59%-a holdközben és 41%-a holdtávolban következett be, s így az adatokból a holdközeli fokozott hatása olvasható ki.

Megvizsgálták ezenkívül a Hold deklinációnak a hatását is. Ez a kutatás azonban negatív eredményre vezetett.

L. N. Carapiperis eredményei összhangban vannak a hazai és egyéb kutatásokkal, mely szerint a zivatargyakoriság nálunk is és más deleurópai államokban az első negyedben van. Ekkor áll be a csapadékmaximum is. Érdekes jelenség még az is, hogy az V_b helyzetek maximuma is az első negyedkor van.

Bármennyire érdekesek is ezek az adatok, nem hallgathatjuk el ama véleményünket, hogy pusztán százalékos adatok és differenciák alapján a holdhatás realitása nem dönthető el megfelelő valószínűségi számításon alapuló hibameghatározások nélkül. Ilyen számításokhoz azonban nemesak a százalékos észlelt adatokra, de az észlelt esetek számára is szükség van. Hasonló dolgozatokban ezenkívül nincs pontosan tisztázva, hogy a meteorológiai eseményeket miképpen állítják szembe a holdfázisokkal, hány napot számítanak egy-egy holdfázis időtartamára. Mit értenek például a telehold körüli időszakon, három napot vesznek-e előtte és három napot utána? Vagy pedig a telehold beállásának időpontjától az első negyedig terjedő időköz a telehold időköze? Bizonyos nehézségeket okoz azonban az is, hogy a holdhónap nem pontosan 4 hét és így a feleslegben maradó 29-ik nap elosztásáról is kell gondoskodni. Nyilvánvaló, hogy az alkalmazott beosztás a nyert eredményeket nem kis mértékben befolyásolja.

Szász Gábor

A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG ÖNTÖZÉSÜGYI ANKÉTJE 1954. AUGUSZTUS 27–29-ÉN. Szárazságra hajló éghajlatunk alatt különleges jelentősége van öntözés bevezetésének, különösen a Tisza vidékén, ahol a legtöbbször pusztít az aszály. A tervgazdaság bevezetése óta öntözött területeink megsokszorozódtak, az öntözés módszerei kialakultak. A Magyar Hidrológiai Társaság ankétje éppen azt a célt szolgálta, hogy a szakemberek számára tájékoztatást nyújtson az eddigi eredményekről, bemutassa az öntözés valamilyen módserét és azokat a kérdéseket, amelyek még megoldásra várnak. Az ankét ugyanis a szokástól eltérőleg nem egy helyen folyt le, hanem a helyszínen tartott előadásokon és bemutatókon ismerkedtek meg a résztvevők az öntözés problémáival.

Első alkalommal a Hódmezővásárhely határában lévő Ludvári szivattyútelepet mutatták be. Itt a Tiszából emelik ki az öntözővizet. Amikor az öntözőrendszer készült, már rendelkezésre állottak a korábbi lecsapolások csatornái, így ezeket használták fel az öntözésre is. Normális években meg is felelték a célnak, mert a lecsapolásokra tavasszal van szükség, az öntözésre viszont nyáron. Rendkívüli időjárás esetén azonban, amikor a nyáreleje erősen csapadékos, mint az idei évben, a csatornáknak egyszerre kellene levezetniük a felesleges vizet és ellátniuk a rizsföldeket öntözővízzel. Ezért a levezető csatornák nem mindig használhatók öntözőcsatornáknak, illetve ennél az öntözőrendszerrel új csatornákat kell építeni.

A következő alkalommal a derekegyházi öntözőrendszert mutatták be. Itt az öntözővizet tutajokan elhelyezett motorszivattyúval emelik ki a csatornából és permetezik a földekre. Megállapítható, hogy az öntözésmódszerek közül (elárasztó, permetező, alagsóves és csergedeztető) ez felel meg leginkább a célnak, mert ez a természetes csapadékhoz hasonló módon juttatja el a vizet a növényzetéhez, ezenkívül nem árt annyira a talajnak, mint a többi módszer.

A paléi öntözőberendezés bemutatása alkalmat adott a rizsöntözés problémáinak ismertetésére. Az egyoldalú rizsgazdálkodás súlyos károkat okoz a talaj termőképességében, ezért váltógazdálkodást kell bevezetni. Mint hiányosságot említették, hogy a legfontosabb elemek egyike, a talajpárolgás, pontos észlelésének kérdése még nincs megnyugtató módon megoldva.

Ezt követte a mindsenti rétöntözés megtekintése. A rétet alagsóvezéssel öntözik. Habár a talajviszonyok nem a legkedvezőbbek, mégis megkapó látvány az öntözetlen területekkel szemben a való-

sággal parkszerű, gazdag fűnövényzettel borított táj, amely a csapadékos éghajlatú vidékekre emlékeztet.

Talán a legnagyobb hatást a részt vevőkre a kisújszállási öntözőgazdálkodás tette. Ez megmutatta, hogyan lehet nagyüzemi gazdálkodás mellett folytatni öntözőgazdálkodást. Mivel a sűrű csatornahálózat mellett nem lehet a mezőgazdasági gépeket alkalmazni, ezért csak a főcsatornák állandók, a kisebb öntözőcsatornák csak a tavaszi munkák után, csatornaépítő gépekkel ideiglenesen készülnek el és az öntözés befejeztével ismét betemetik őket. A gazdaságot átszelő hároméves erdő-sávok már most sejtetik, milyen lesz Alföldünk képe az erdősítés után.

Habár a felvetett kérdések nem voltak kifejezetten meteorológiaiak, de közvetett kapcsolat mégis sok volt közöttük. Az anketé részvevői avval az érzéssel távozhattak, hogy Alföldünkön az öntözés már nem — mint régen — egy-egy nagybirtokos által itt-ott létesített rendkívüli gazdálkodási forma, hanem mezőgazdaságunknak ma már kiterjedt módszere. Ma még természetesen lehetnek nehézségek, de az kétségtelen, hogy Alföldünk hamarosan Európa egyik legjelentősebb öntözőgazdálkodású területeinek sorába lép, és akkor éghajlatunk mezőgazdaságra kedvező vonásainak a kihasználásával népünk jelentős eredményt ér el a gazdasági előrehaladás terén.

Hajósy Ferenc

AZ OLVADÓ HÓ HŰTŐHATÁSA. A téli időszakban többször különleges figyelmet kell fordítani a csapadék halmazállapotának előrejelzésére. Ehhez a legfontosabb a hőmérsékleti advekciónál pontosabb számításba vétele. Az erre alkalmas módszerek közül ki kell emelnünk a nálunk is használatos *Pogoszjan—Taborovszki*-féle advektív-dinamikusan vizsgált *Wexler, Reed és Honig* vizsgálata (*Bull. Am. Met. Soc. Vol. 35. No. 2. 1954.*), akik számításba vették a lefelé hulló olvadó hó hűtőhatását. Termo-dinamikai megfontolásokkal levezettek egy képletet, amelynek segítségével ki lehet számítani, hogy mekkora csapadékmennyiség szükséges ahhoz, hogy adott vastagságú légrétegben adott mértékű lehülést okozzon az olvadó hó.

A levezetés, amelyet itt részleteiben nem ismertetünk, abból indul ki, hogy a felhő alatti tér telített. A lehulló olvadó hó hűti a levegőt, de ugyanakkor kicsa-

pódás indul meg. A felszabaduló párolgási látens hő a levegő melegítésére fordítódik, tehát egy igen összetett jelenséggel állunk szemben. A hűtő hatásra először is egy 0 fokos izoterm réteg alakul ki, amint arra *Findeisen* már 1940-ben rámutatott. A felső lehülés következtében az alsó levegőoszlop ingatag egyensúlyúvá válik.

A szerzők az elméletüket példaképpen az 1953. április 13-i Newyork-környéki váratlan havazás esetére alkalmazták. A hőmérséklet a kérdéses területen általában +4 fok körül volt és mindenütt eső hullott. Majd hirtelen egymástól távolabb fekvő helyeken leszállt a hőmérséklet 0 fokra, röviddel ezután pedig az esőzés havazásba ment át. A hőmérséklet-csökkenést nem okozhatta advekción, mert a talajközeli rétegben a környéken még mindenütt melegebb volt, a 850 mb abszolút topográfia szerint pedig a magasban bekövetkező advekción igen gyenge volt, nem haladhatta meg a kérdéses időben az 1 fokot. A párolgás, mint hűtő tényező sem jöhetett számításba, mert a levegő a harmatpontja alá hűlt le. Feltűnő még azonkívül, hogy a lehülést csaknem mindenütt a csapadék-intenzitás megnövekedése előzte meg. Képletük alapján a szerzők kiszámították a cseppfolyós halmazállapotban lehullott csapadékmennyiségből a $\Delta p \Delta T$ szorzatot, ahol Δp a rétegvastagsága (az alsó és felső szint nyomáskülönbsége) és ΔT a lehülés mértéke. A lehütendő réteg vastagságára rádiószonda felszállásokból kiszámított 0 fokos izotermfelület magasságából következtettek. Minthogy a talajközeli rétegben feltehetőleg akkor következik be a hirtelen lehülés, amikor a levegőoszlopban a hőmérsékleti gradiens felülmúlja a nedvesadiabtikus hőcsökkenést, a szükséges lehülés értékét ebből határozták meg. A mért csapadékmennyiségek mindenegyes esetben jó megegyezést mutattak az elméleti értékekkel. Ebből a példából is látható, hogy a csapadék halmazállapotának előrejelzésénél figyelembe kell venni az olvasó hó hűtőhatását.

Ozorai Z.

MÁRCIUSI KÖD — MÁJUSI FAGY.

A népies időjárásí szabályok igen sokszor jelentős segítséget nyújtanak a meteorológiai kutatásokhoz. Olyan összefüggésekre hívják fel a figyelmet, amelyek a kapcsolatszámítás tükrében is legtöbbször megállják a helyüket. Kitérnő példa erre egy délangliai népies időjárásí szabály, amely a *májusi fagyokat a márciusi ködökkel* hozza kapcsolatba. Az összefüggést az utóbbi években több kutató is megvizsgálta és eredményeik igazolták azt. Ezek-

ről a kutatásokról számol be *E. N. Lawrence* a *Weather* 1954. áprilisi számában.

Az 1925 és 1949 közötti 25 évet vizsgálva a márciusi ködök (a) és májusi fagyok (b) között megállapított korrelációs együttható 0.58 volt $\pm 8\%$ hibával. A ködök és fagyok gyakorisági számai szép párhuzamosságot mutatnak:

Év	(a)	(b)	Év	(a)	(b)
1925	2	1	1938	10	10
1926	4	3	1939	3	2
1927	2	2	1940	5	12
1928	3	8	1941	13	12
1929	14	13	1942	12	8
1930	6	8	1943	13	6
1931	7	7	1944	12	18
1932	9	11	1945	7	7
1933	8	7	1946	16	7
1934	7	11	1947	9	2
1935	9	9	1948	10	12
1936	8	11	1949	6	12
1937	5	5			

A feltételezés szerint a kapcsolat oka az lehet, hogy a márciusi reggeli ködök anticiklonális helyzetben alakulnak ki és ilyen körülmények között a száraz légtömegek uralma a jellemző. A talaj a szokottnál jobban kiszárad és az időjárás megmaradási hajlama miatt ez a kiszáradás általában áprilisban és májusban is folytatódik.

A késő-tavaszi időszakban a talaj nagyfokú kiszáradása jelentős tényező a fagyok kialakításában.

A szerző megemlíti, hogy az 1925. és 1949. évekre nézve a májusi fagyok és a megelőző március-április hónapok csapadéka közötti összefüggést is megvizsgálták és korrelációs együtthatónak -0.30 -at kaptak. Ez ugyancsak arra mutat, hogy a fagyok és a talaj nedvességi állapota között összefüggés van, ami érthető, hiszen a talajnedvesség növekedésével nő a hőkapacitás és a hártavíz fokozza a hővezető képességet is. A kutatások szerint a talaj nedvességi állapota és a minimum hőmérsékletek között szintén határozott összefüggés van.

Ezen eredmények hazai viszonyok között sem érdektelenek. Távprognózis kutatásunk egyik célja éppen az, hogy fényt derítsen a fentihez hasonló népies időjárás szabályokra.

Czelnai Lajos

HELYESBITÉS. Az időjárás 1954. évi 4. számában, *Kurelec Viktor*: »Az időjárás hatása a legelőgyepekre« című cikk 2. és 3. ábrájának rajza felcserélendő.

A BRÜCKNER-PERIÓDUS JELENTKEZÉSE ŐSZI-TÉLI CSAPADÉKUNKBAN.

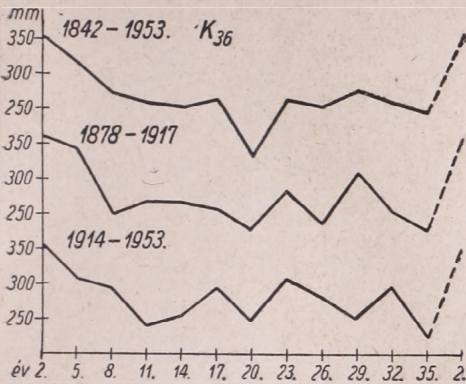
A folyó esztendő elteltevel az 1854-ben kezdődő debreceni csapadéksorozat hossza meghaladja a 100 évet. A budapesti sorozat pedig már 110 évnél is hosszabb. Sajnos több ilyen hosszú és egyenlőnek tekinthető csapadéksorozatunk nem igen akad. Mégis ez adatok alapján már kísérletet tehetünk a Brückner-féle periódus pontosabb kimutatása érdekében, mert az időtartam 3 szakaszra ölel fel. A 35–36 évi periódus a debreceni sorozat évi összegei alapján már 1945-ben levezethető volt (l. *Réthy*: Debrecen csapadékvizsgálata. Magyarország éghajlata sorozat, 4. szám, 36. o.).

Az 1952. évi őszi rendkívüli méretű csapadéknemességek ismét felelevenítették a Brückner-periódus kérdését, mert hasonlóan csapadékos őszi-téli időszakok 1915/16 és 1878/79 telén jelentkeztek. E dátumok pedig 35–37 év távolságra esnek egymástól. Az említett műten a periódus szélső éveiként 1865 (min.), 1877 (max.), 1901 (min.) és 1913 (max.) jelöltettek meg, mint közepes évek.

Az újabb adatok alapján kísérletet tettünk a Brückner-periódus levezetésére, mégpedig csak az őszi-téli csapadék alapján. A nyári csapadékok u. i. ezt a periódust nem mutatják olyan tisztán, mert a záporos csapadékok szársa nagyobb.

A periódus tisztább elállítása céljából Budapest és Debrecen őszi-téli csapadékát összegeztük, majd a rövidebb (kb. 3 éves) szakaszok eltávolítása érdekében ezeket az összegeket 3 évenként összevontuk. A periódus reálításának szemléltetése érdekében ábránkn az 1878–1914 közötti, illetőleg 1914–1950 közötti görbékét külön-külön is közöljük, az átlagos görbén kívül. A párhuzanosság a 3 görbe között feltűnően jó. A 36 évi periódus átlagos ingása 128 mm, vagyis a félévi törzsértéknek (270 mm) majdnem fele! Az évi összegek alapján nyert ingás 112 mm volt, vagyis a törzsértéknek csak kb. egyötöde.

A Brückner-periódus létét nem fogadja el minden meteorológus. Így többek között *A. Wagner*, a 16 évi kontinentálitási szakasz felfedezője is ellenzi. Nem ism. értékek pontosan az okok sem, amelyek 36 évi szakaszt adnának. *J. Schneider* véleménye szerint a periódus holdperiódusok szövődéséből áll elő. Ezt támasztják alá saját vizsgálataink is. A 35–36 évi periódust u. i. sikerült kielemezni hőmérsékleti adatokból is. A májusi fagyokra vonatkozó vizsgálataink szerint (l. Meteorológiai Intézet *Beszámoló*... 1954. évi kötete) a szélső lehülésekben jól jelentkezik e szakasz (pl. 1865–1900–1935. stb.). Az át-



Az őszi-téli csapalek Brückner-periódusa a budapesti és lebeceni egyesített 3 évi összegek szerint

lagos hőmérséklet 36 évi görbáját sikerült előállítani, mint a 7-11, illetőleg 8-85 évi holdperiódusok szintézisét. A 7 évi szakasz szépen jelentkezik a hideg telekben is (1940-1947-1954.). Ez a holdfázisok, valamint a holdtávolság 2-37 évi egvüttes periódusának háromszorosa. A kb. 9 évi szakasz az anomalisztikus holdhónapnak a következménye. A periódus pontos hossza $5 \times 7-11 = 35-55$ év és $4 \times 8-85 = 35-4$ év között lenne. A szakasz alakulása a 11 évi napfolt-ciklustól is függ, gyengébb naptevékenység esetén tisztábban jelentkezik (pl. a múlt században jobban, mint a mostaniban). Megemlítjük még, hogy Köppen szerint létezik egy kb. 44 évi szakasz is, amelyik szerinte éppen a 11 évi napfoltciklus és a 8-85 évi holdperiódus szövődése lenne $4 \times 11-13 = 44-52$ év, illetve $5 \times 8-85 = 44-25$ év. (Azonban a napfoltciklus 1913 óta csak 10,25 év hosszúságú és így a 44 évi szakasz százalunkban szintén elmoódott.

Berkes Zoltán

BACSÁK GYÖRGY KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉSÉNEK VITÁJA. Olvasóink előtt is is meretes, hogy *Bacsák György*, kinek paleoklimatológiai tárgyú tanulmányaival folyóiratunk lapjain ismételtelen találkozhattunk, több mint két évtizede kutatja a nagyvilági eljegesedések okait. Ez a probléma jelenleg a geológia, paleontológia, paleoklimatológia és az ezekkel rokon tudományok érdeklődésének homlokterében áll. Ezért a Tudományos Akadémia *Bacsák György* disszertációját 1954. szeptember 27-én nyilvános vita tárgyává tette. A kanilátusi értékes opponensei *Detre László*, a Tud. Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének igazgatója, és *Zólyomi Bálint*, az Akadémia levelező tagja.

A vitán szép számú hallgatóság jelent meg. Életrajzának és eddigi munkásságának rövid ismertetése után *Bacsák György* bemutatta »A pliocén és pléisztocén korok az égimechanika megvilágításában« című disszertációját.

Vizsgálatainak előzményeit ismertetve röviden vázolta *Milankovič*, jugoszláv professzor idevágó munkásságát. *Milankovič* a földtörténeti negyedkor eljegesedéseit a Föld pályaelemeinek változásaival, tehát kozmikus okokkal kívánta magyarázni. A jégkorszakok időpontjaira és tartamára illetően módon levezetett számítások jól egyeztek a megfigyelt eredményekkel. *Penck* azonban joggal kifogásolta *Milankovič* adatait, mert ezekkel csupán a negyedkori eljegesedéseket lehetett magyarázni, ám a geológiai közep- és harmadkorban jégkorszak nem volt, holott a Föld pályaelemeinek változása akkor is fennállott.

Bacsák György vizsgálatai kiküszöbölték a *Milankovič*-elmélet hibáit, és javították annak számításait. Kiindulva abból az érdekes észrevételből, hogy a nagybolygók felszállócsomópontjai közel egy irányba mutatnak, megállapította, hogy a naprendszer mintegy 600.000 éve abnormis állapotban van. A pliocén korszakban azonban még normális állapotban volt, ami azt jelenti, hogy a pályaelemek változásának meg a legkedvezőbb rezonanciája sem ütötte meg a *Köppen*-féle küszöbértéket, azaz eljegesedés nem jöhetett létre. *Bacsák György*nek számításai során sikerült az eddigi 600.000 évnél még további 400.000 évvel visszanyúló klímatablázatot megszerkeszteni.

Az ismertetett disszertációval szemben az opponensek részéről lényegbe vágó kifogás nem merült fel, sem az opponensi beszámoló, sem a hozzászólások során. Egyedül a *Bacsák* által javasolt négy klímatis terminológiája találkozott ellenvetéssel, amennyiben a *szubarktikus* és *szubtrópusi* elnevezés a tudományban más fogalmak számára már le van foglalva. Ezek jobbakkal helyettesítendők. Általában azonban az opponensek és a hozzászólók egyaránt a legnagyobb elismerés hangján méltatták *Bacsák György* kutatásait. Sajnálatos, hogy a vitailésen (rendezési hiba folytán) meteorológusok nem vettek részt, és így ilyen irányú hozzászólások nem hangzottak el, pedig a *Bacsák*-féle elmélet a paleoklimatológia számára nagy lehetőségeket rejt.

A hozzászólások végeztével a Minősítő Bizottság döntésre vonult vissza. A döntés eredménye képpen *Bacsák György*t a bizottság a »földtani tudományok doktora« fokozatra javasolta.

íj. Bartha Lajos

VIHARJELZŐ SZOLGÁLAT A BODENI-TAVON. Befejezéshez közeledik Siótokon a Meteorológiai Intézet balatoni veszélyjelentő és éghajlatkutató állomásának ez év nyarán megkezdett építkezése. A siófoki obszervatórium lesz a balatoni korszerű viharjelző szolgálat központja. Nem érdeketlen tehát, ha ezzel kapcsolatban ismertetjük olvasóinkkal a Német Meteorológiai Szolgálat »Napijelentés«-ének 1953. szeptember 8-i 251. számában a *Bodeni-tó* hasonló természetű viharjelző szolgálatáról megjelent tájékoztatót.

Az időjelző szolgálatok legősibb formája az egyes tengerpartokon és a nagyobb tavakon a hajózás számára kiadott viharjelentések voltak. A balti flotta, valamint a nagyobb tavak hajósi részére Oroszországban már 1872-ben adtak ki viharjelentéseket. Németország legnagyobb tava, a Bodeni-tavon az első viharjelentő szolgálatot az 1880-as években szervezték. A Balatonon az első viharjelentő szolgálat csak 1934-ben indult meg.

A Bo leni-tó Németországgal, Ausztriával és Svájcjal határos. Területe 540 km² tehát jóval kisebb a 600 km² felületű, Balatonnál. Mélysége azonban jóval nagyobb. A Balaton csak egészen kis területen, a tihanyi kútnál 11 m mélységű, átlagos mélysége mindössze 3–4 m. A Bodeni-tó legnagyobb mélysége 250 m, ennél fogva egészen más viszonyok is uralkodnak rajta, mint a Balatonon.

A Bodeni-tavon igen nagy hajóforgalom bonyolódik le. Az idegenforgalomnak is kevelt helye a tó, rengeteg evezős és vitorlás keresi fel. Hirtelen viharok alkalmával éppen ezért gyakori a tavon a csaknem mindig emberáldozatot is követelő vitorlás-baleset. Régtóta indokolt kívánság volt tehát ott is a viharjelentő szolgálat megszervezése. E szolgálat viszont az ilyen természetűek között ma is a legkorszerűbbnek mondható.

A Bo leni-tó viharjelentő szolgálata ügyében 1951. június 15-én nemzetközi konferencia jellegű értekezletet tartottak. A német megbízottakon kívül ugyanis Svájból és Ausztriából is számos kiküldött vett részt. E konferencián végleg szabályozták a szolgálat ellátását.

A megállapodás értelmében a svájci és

osztrák part szolgálatát Svájc látja el a kloteni repülőtéri időjelző állomás útján, a württembergi és bajor partét a friedrichshafeni obszervatórium, a badeni part szakaszát pedig a konstanzi meteorológiai állomás. A szolgálat jelentős részét azonban Friedrichshafenből irányítják, mivel a kloteni repülőtér nincs közvetlenül a tó mellett.

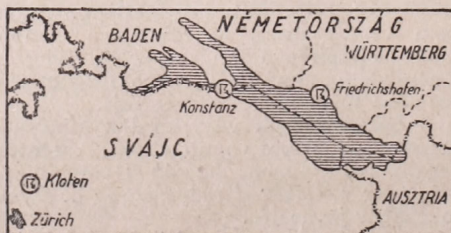
A veszélyjelentések kiadása és feloldásuk a három meteorológiai veszélyjelentő állomás közös elhatározása alapján történik.

A viharjelző szolgálat április 15-től október 31-ig napkeltétől napnyugtáig működik. Novembertől április közepéig csak a nagy hajókat is veszélyeztető különlegesen erős viharokat jelzik. A viharkosarak és viharágyúk kezelése a vízendőrség feladata. A szolgálattal kapcsolatos megbeszéléseken a meteorológiai intézetek kiküldöttein kívül a rendőrség (vizirendészet), a közigazgatás és államasutak (a hajózási forgalmat ellátók) megbízottai vesznek részt.

A szolgálatot külön erre a célra kiválasztott, bőséges tapasztalattal rendelkező szakszemélyzet látja el. Elsősorban az ő munkájuk kifogástalan elvégzése érdekében folynak a friedrichshafeni obszervatórium rádiószondás felszállásai és ezek jelentős mértékben hozzájárulnak a pontos veszélyjelentések kiadásához.

A Bodeni-tavon kétféle vihart szokás megkülönböztetni. Az egyik a frontokkal összefüggő vihar. Ezeknek jelzése aránylag könnyű. Velük kapcsolatban igen érdekes megfigyeléseket végeztek. A tó és közvetlen környéke tavasszal és nyáron napközben hűvösebb a környező szárazföldi részeknél. Megfigyelték, hogy különösen nyár elején a zivatarfrontok erősen legyengülnek, esetleg szét is oszlanak, amikor a tó felett kialakult hideg levegőtömeget elérik. E hideg tekintélyes fékező hatására a viharok gyakran a part mentén nyugatról keletre húzódnak és a tó területét mintegy szabadon hagyják. Megállapították e jelenségben még egy másik tényezőnek a szerepét is: a tó színe felett lényegesen csökken a sűrűlódás. A lefekezett légtömeg felszíni áramlása a kisebb sűrűlódás folytán meggyorsul s ezáltal a légmozgásba egy leszálló komponens kerül. Nyár végén, ősszel és télen, amikor a tóvidék felett elterülő légréteg ugyanolyan hőmérsékletű, mint a hidegfrontok levegője, vagy még melegebb is, megszűnik ez a védő hatás és a frontok nyugatról keleti irányban száguldanak végig a tavon.

A viharok másik, a tó időjárásában lényeges szerepet játszó formája a helvileg fellépő fön és a görgőviharok. Előrejelzésük már jóval nehezebb.



A Bodeni-tó viharjelentő szolgálatához hasonló a mi Balatonunkon meglévő viharjelző szolgálat. A most épülő és 1955 nyarán működését megkezdő siófoki veszélyjelentő és kutató obszervatórium feladata az lesz, hogy egyre megbízhatóbb és pontosabb jelzéseket adjon a fellépő viharokról és a Bodeni-tavon végzetekhez hasonló kutatásokat folytasson.

Zách Alfréd

AZ V. BALATONI ANKÉT. A M. Hidrológiai Társaság f. évi szeptember 24–25-én rendezte Hévízen a Balatonnak és környékének sokszázezer dolgozót befogadó gyógy- és üdülőhelyé váló fejlesztésével kapcsolatban felmerülő tudományos és gyakorlati kérdéseket megvitató ankétját, melyen az Országos Meteorológiai Intézet és a Magyar Meteorológiai Társaság képviselőiben Zách Alfréd h. igazgató, ill. Kéri Menyhért főtitkár vett részt.

Az ötödik Balatoni Ankét Mosonyi Emil akadémikus elnöklésével az eddig lezajlott ankétok már végrehajtott határozati javaslatok ismertetésével kezdődött, majd a láphasznosítás, a Hévízi-tó orvosegységügyi és fejlesztési problémái, a limnológiai kutatás legfrissebb eredményei szerepeltek a további programmon. Meteorológiai szempontból ki kell emelnünk Schullhof Ötön egyet. tanárnak, Társaságunk Orvosmeteorológiai Szakosztálya elnökének a gyógyfürdők indikációjának a kiterjesztéséről tartott előadását, amelyben számos gyógyhelyklimatológiai kérdést érintett. Az egyes előadásokat igen élénk vita követte, különösen azokat, amelyek tárgyuknál fogva szoros kapcsolatban álltak a Balatonnál gyógyulást, üdülést, pihenést kereső, szórakozni és sportolni vágyó emberrel. Természetesen éppen ezek a viták vetették fel a legtöbb meteorológiai problémát, amelyek között az időelőjelzésre, a klimatológiára, az agrometeorológiára váró és megoldandó feladatokat egyaránt megtaláljuk.

Az anként határozati javaslatok szerint Hévíz és — távolabbi perspektívában — a Balaton fejlesztését megelőzően szükséges a fejlesztendő területek adottságainak felmérése. Ezek között első helyen szerepel az éghajlat, elsősorban mikro-, kisebb részben mezoklimatológiai méretű kutatása. Az ankét elnöksége ezeknek a határozati javaslatoknak a végrehajtása céljából fel fogja kérni az Országos Balneológiai és Reumatológiai Intézetet, a MÁV Központi Egészségügyi Hivatalt és a Szegei Egyetem Meteorológiai Tanszékét, hogy az Országos Meteorológiai Intézettel együttműködve tervezzék meg és végezzék el ennek a területnek a felmérését.

K. M.

AZ ANTICIKLONOK GYAKORISÁGA EURÓPÁBAN, TEKINTETTEL A 11 ÉVES NAPFOLTCIKLUSRA. Az utóbbi időben a meteorológusok fokozott érdeklődéssel kísérik az általános légkörzés ingadozásait, mert napjaink egyik legégetőbb problémája, az időjárás hosszabb-tartamú előrejelzése nem képzelhető el az általános cirkuláció alapos megismerése és állandó figyelemmel kísérése nélkül. Egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a kezdetben használt statisztikai matematikai eljárások (korrelációsámitás, periódusanalízis) egymagukban nem nyújtanak biztos támpontot a feladat megoldásához, ezért a kutatók más, szinoptikus módszereket kerestek.

A ciklon- és anticiklon-tevékenység tanulmányozása volt az első lépés ezen az úton, s ezt a munkát van Beber, majd általánosítva és kiterve az anticiklonokra is, Multanovszkij végezte el. Az alapjelenségek tisztázása után kerülhetett sor az általános cirkuláció mélyebb tanulmányozására és a cirkuláció rendellenességeinek vizsgálatára. Ehhez egyrészt szükséges volt a ciklon- és anticiklon-tevékenység mechanizmusának részletesebb tanulmányozása, másrészt külső kozmikus hatóanyagokkal, elsősorban a Nap sugárzó energiájának változásaival való összefüggések felderítése.

Ebbe a kutatási munkába kapcsolódik J. Brádka értekezése, mely a Prágában megjelenő *Meteorologické Zprávy* 1952. évi 2. számában jelent meg. Brádka nagy munkát végzett, midőn az Északi Félgömb napi szinoptikus térképeinek felhasználásával 40 évre (1899–1939) megállapította az anticiklonok gyakoriságát az 50° W és 60° E hosszúságok, valamint a 30° és 80° N szélességek által határolt területről. Vizsgálatai csupán talajmenti adatokra támaszkodtak, ezért hangsúlyozza, hogy az általa vizsgált anticiklonok tulajdonságait (termikus vagy dinamikus jelleg) nem állapíthatta meg. Kitér dolgozatában az anticiklonok keletkezésére is, s megjegyzi hogy megvan a lehetőség anticiklon keletkezésére a magaslégkör felmelegedése révén is.

Erre vonatkozó saját vizsgálataink igazolják a szerző feltevését, amennyiben több sarki körzetben lévő állomás magaslégköri (100–300 mb szintekben) felmelegedéseit sikerült kapcsolatba hozni a sarki kitérésekkel, tehát a talajmenti sarki anticiklon megerősödésével.

Továbbiakban bemutatja az anticiklonok gyakoriságának eloszlását a négy évszakban átlagosan, majd szétválasztva azokat a napfolt maximum és minimum éveit szerinti. A közölt 12 térkép igen értékes adatokat tartalmaz. Leggyakoribb

az anticiklonok tartózkodása az Atlanti-óceán szubtrópusi körzeteiben s a gyakoriság nyáron éri el maximális értékét. A szerző ezt azzal magyarázza, hogy nyáron legyengül a hőmérsékleti ellentét a sarkvidék és a szubtrópusi zóna között, s ennek következtében legyengül a frontális zóna és a ciklontevékenység. Az açori magasnyomás igen gyakran helyét változtatja Európa felé, így különösen a téli hónapokban kapcsolódik a szárazföldre téli maximummal, ami a gyakorisági térképeken jól előtűnik. Habár a Kárpátok és Ukrajna fölött gyakran tartózkodó téli anticiklonok a talajon renlesen önálló képzőlmények, a szerző úgy véli, hogy jórésztük genetikai kapcsolatban van a szubtrópusi dinamikus jellegű magasnyomással. Szembetűnő és érdekes jelenség a Skanlinávi félsziget fölött észlelhető nagyobb anticiklon gyakoriság. *J. Brádka* feltételezi, hogy ezek az anticiklonok is jórészt dinamikus jellegűek.

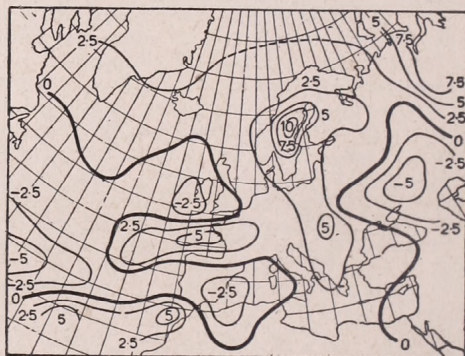
A skandináv körzet anticiklonjait vizsgálva az 500 mb-os és a talajtérkép felhasználásával megkíséreltük számszerűen megállapítani, hogy az előfordult anticiklonok hány %-a meleg dinamikus jellegű. Eredményül 75%-ot meghaladó értéket nyertünk. *Brádka* szerint az Új-Földön a ciklonok előfordulási meleg áramlásai segítik a meleg jellegű anticiklonok északrajutását.

Továbbiakban rámutat arra, hogyha a Föld gömbalakja által megszabott hőmérsékleti gradiens évi változása az Egyenlítő és a sarkvidék között az a löntő tényező, mely a frontális zóna erősségét és ezen keresztül az anticiklonok tér- és időbeli gyakoriságát befolyásolja.

Értekezésének második része, mely az anticiklonok gyakorisága és a naptevékenység közötti összefüggést boncolgatja, arra a megállapításra jut, hogy az açori körzetben és attól kissé északra az anticiklonok gyakorisága nagyobb a minimum éveiben. Ez azt jelenti, hogy a maximum éveiben megerősölik az izlandi ciklonok tevékenysége, ekkor ugyanis a vizsgálatok szerint gyakoribbak a frontális zónát megzavaró sarki hilegetörések. Minimumkor gyengébb lévén az atlanti ciklonok tevékenysége, kezezőbb feltételek állanak elő az anticiklonok enlített açori körzetben való megerősölséhez. Ezzel szemben a 60° szélességtől északra a gyakoriság a napföldmaximum idején nagyobb, főleg a téli hónapokban, ami arra mutat, hogy a sarkvidéken a maximum éveiben több hileget levegő halmozódik fel.

Bemutatjuk itt a januárra vonatkozó különbségi térképet, melyet a közölt adatokból szerkesztettünk. Az enlített

különbségeken kívül három olyan jelenséget látunk itt még, melyekre érdemes több figyelmet fordítani. A térkép szerint nagy naptevékenység idején megnövekszik az anticiklongyakoriság az Açoroktól délre, a francia partoknál és igen nagy mértékben Skanlinávia fölött. Véleményünk szerint ez az érdekes jelenség az açori maximumnak a sarki anticiklonok által történő regenerálásával van összefüggésben. Arra gondolhatunk, hogy a nagy naptevékenység éveiben a Nap anyagi sugárzása megerősölvén, kezező a sarki anticiklonok kifejlölsének (ami a sarki nyomás megerősölsével összhangban áll). Ennek következtében több sarki anticiklon jut le az açori körzetbe, vagyis nagyobb levegőmennyiség áll az açori maximum rendelkezésére. Nagyobb a valószínűsége tehát az açori magasnyomás előretörésének Európa felé, amely előretörő açori mag a



vizsgálatok szerint éppen két helyen: a Biscayai öböl és Dél-Skanlinávia fölött szokott huzamosabb ideig vesztegelni.

További érdekes és a dolgozat által meg nem magyarázott jelenség az, hogy a napított maximum és minimum éveinek ellentétesége csak a téli és tavaszi hónapokban olyan szembetűnő, a nyári és őszi hónapokban viszont elmosódik és az összefüggés zavarttá válik. Ez a jelenség szintén támogatja elképzelésünket, mely szerint a sarki nyomásnöveksélek részben a Nap anyagi sugárzásától származnak, ez a hatás u. i. csak télen és koratavasszal, a sarki éjszaka és hajnalhasalás idején tud erősebben érvényesülni, mikor még a hősugárzás nem fejt ki zavaró hatását. Megjegyezzük, hogy az anticiklonok gyakoriságváltozásának értéke nagyon alacsony: a Skanlinávi körzetben éri csak el az 1%-ot, egyébként 0.5–0.75% körül mozog. Ez arra mutat, hogy havi átlagok esetén a felismert összefüggésnek a távprognosztikai jelentősége igen csekély.

Pécze György

Kiadásért és szerkesztésért felelős: dr. Dési Frigyes

A METEOROLÓGIAI INTÉZET ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HIVATALOS LAPJA