

Ozora Zoltán:

Az orografikus okkluzió a Kárpát-medencében

Összefoglalás. Erős északi hidegbetörések után a Kárpát-medencében orografikus okkluzió alakul ki. A folyamat vizsgálata céljából részletesen tanulmányoztuk az 1954. február 16—23-ig terjedő szinoptikus helyzetet. Az orografikus okkluzió kialakulásának mechanizmusát több oldalról igazoltuk, mégpedig a talajtérképekkel, a magaslévköri (aerológiai) anyaggal, a hazánkban fellépő általános időjárással, az orografikus okkluzió fellépésének évi eloszlásával. A végkövetkeztések felhasználhatók a helyzet helyes felismeréséhez, ill. prognosztikus célokra is.

*

Orographische Okklusionen im Karpathenbecken. Nach Auftreten kräftiger Kälteeinbrüche aus Norden kommt es im Karpathenbecken zur Ausbildung orographischer Okklusionen. Um einen Einblick in diesen Vorgang zu verschaffen, wurde die Wetterlage vom 16—23. Februar 1954 eingehend untersucht. Der Entstehungsmechanismus der orographischen Okklusion wurde aus verschiedenen Gesichtspunkten klargestellt, und zwar mit Hilfe von Bodenkarten, aerologischen Materials, des allgemeinen Entwicklungsprozesses der Wettererscheinungen in Ungarn, sowie durch eine Untersuchung des Jahresganges im Auftreten des orographischen Okklusionen. Die Endfolgerungen können zu einer richtigen Diagnose bzw. Vorhersage dieser Lagen Verwendung finden.

*

Bevezetés

Ismeretes, hogy az okkluziók folyamat hideg és meleg front találkozása-kor szokott megindulni, amikor is a nagyobb sebességgel haladó hideg front utoléri a lassabb előrehaladású meleg frontot. Ebben az esetben a meleg szektor fokozatosan összeháródik, az ezt képező meleg levegő — legalábbis a frontnak ezen a szakaszán — felemelkedik a talajról. Az okkluziók folyamatnak a leírása minden szinoptikus kézikönyvben részletesen megtalálható. Van azonban egy kevésbé gyakran előforduló szinoptikus folyamat, amely szintén okkluziók jelenségekhez vezet. Ennek leírását már az újabb szinoptikus meteorológiai kézikönyvek közül csak *Hromov*: A szinoptikus meteorológia alapjai c. munkájában (a magyar kiadás 362. oldalán) lehet megtalálni. *Hromov* szerint ez a folyamat a következőképpen megy végbe:

„Tegyük fel, hogy a hideg front egy heglánc felé közeledik. Ha a heglánc lényegesen magasabb, mint a frontfelület magassága, akkor a hegy a front további mozgása számára akadályt jelent, és a frontot követő légtömeg azt mindkét oldalról körül fogja. A hegyerincet megkerülve, a frontot követő hideg légtömeg mindkét ága újra egyesülhet. Ekkor a Kaukázusban és az Alpokban gyakran előforduló *orografikus okkluzióval* állunk szemben, amikor a hideg front északról közelíti meg a hegláncot.”

Ezekből a sorokból — sajnos — nem derül ki, hogy a leírt folyamat a szerző saját elképzelése, vagy pedig mások tapasztalatait közölte. Minthogy pedig az azóta megjelent kézikönyvekben erről nincs említés, nagyon valószínű, hogy a szinoptikusok körében általában nem hisznek az ilyen módon létrejövő okkluzió lehetőségében, vagy nem tartották fontosnak.

A Kárpát-medencében, ennek különleges fekvése miatt, különleges szinoptikus helyzetek is fellépnek. A módosulások előidézésében oroszlánrészük van a Kárpátok hegykoszorújának. Éppen ezért hazánkban fokozott figyelmet kell szentelnünk az orografikus hatásoknak. Ezért kerültek előtérbe azok a vizsgálatok, amelyek végül is bebizonyították a *Hromov* által leírt folyamat bekövetkezését. Az orografikus okkluzió „felfedezése”, illetve a szinoptikus helyzet helyes felismerése és analízise először az 1954. február 17-i 09 GMT térképen történt meg. A történeti hűség kedvéért megemlítjük, hogy addig még egyszer sem analizáltunk ki orografikus okkluziót sem hazánk területe fölött, sem máshol, és így az említett alkalomig erősen kételkedtünk a *Hromov* által leírt helyzet bekövetkezésének lehetőségében. Meg kell azt is jegyeznünk, hogy azóta több alkalommal nyomon követhettük az orografikus okkluzió kialakulását hazánk területe fölött, de az Alpok déli oldalán még nem találkoztunk vele.

Az 1954. február 17-i izobárkép rendkívül jellegzetes a Kárpát-medencére, és ezért már régóta külön névvel is megjelöltük: megjelentek a „*körülölelő izobárok*”. Ez az izobárkép olyankor szokott kialakulni, amikor hazánktól északra, pl. Lengyelországban vagy Ukrajnában anticiklon fekszik, a Földközi-tenger vidékén pedig egy vagy több ciklon helyezkedik el. Ilyen esetekben a Kárpátok környékén az izobárok összesűrűsödnek, és ezek egyike csaknem pontosan követi a hegyvonulatot. Innen származik a „*körülölelő izobár*” elnevezés is. A későbbi vizsgálatok kiderítették, hogy a körülölelő izobárok nem mindegyik esetében lép fel orografikus okkluzió. Annyi bizonyos, hogy a körülölelő izobárok megjelenésekor 1954 előtt gyakran éreztük az analízisek bizonytalanságát. Vagy nem tudtuk fronttal megindokolni a hazánkban uralkodó erősen felhős, esetleg csapadékos időjárást, vagy ha frontot húztunk, akkor problémát okozott ennek pontos elhelyezése, az irányának és jellegének meghatározása, és főleg hiányzott a kapcsolat az előzményekhez. Röviden szólva: a frontanalízis erősen önkényes és erőltetett volt.

Az 1954. február 17-i helyes analízist több — látszólag mellékes — körülmény segítette elő. Ebben az időben rendszeresen, 3 óránként rajzoltunk térképeket, a főterminusokban 1:10 000 000 léptékű, a mellék-terminusokban 1:5 000 000 léptékű úrlapot használtunk. Az utóbbi részletesebb analízist tesz lehetővé, amennyiben ezen a térképen 2,5 mb-onként húzzuk az izobárokat. Szerencsés körülménynek mondható, hogy az okkludálási folyamat 06 és 09 GMT között indult meg, s így a két térkép szorosan egymás után következő tanulmányozása világosságot derített az eseményekre. Ebben az időben már meglehetősen bő aerológiai anyaggal is rendelkezünk, amely szintén támogatta az elképzelésünket. A későbbi vizsgálatok pedig részleteiben is tisztázták és igazolták a folyamatokat.

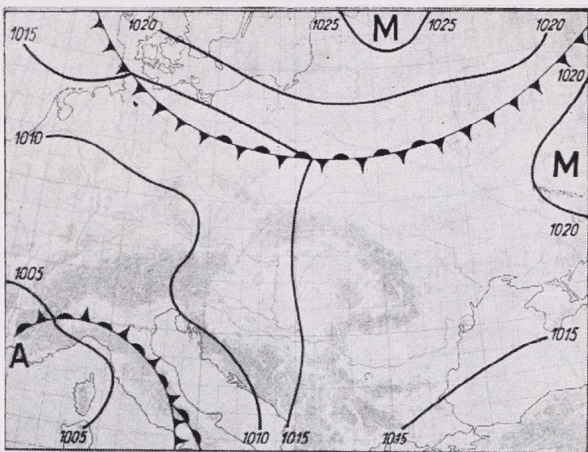
A következőkben tekintsünk végig, hogy miképpen alakult ki az a szinoptikus helyzet, amely végül is létrehozta az orografikus okkluziót. A konkrét eset tárgyalása után levonhatjuk az általános következtetéseket.

Az időjárási helyzet fejlődése 1954. február 16. és 23 között.

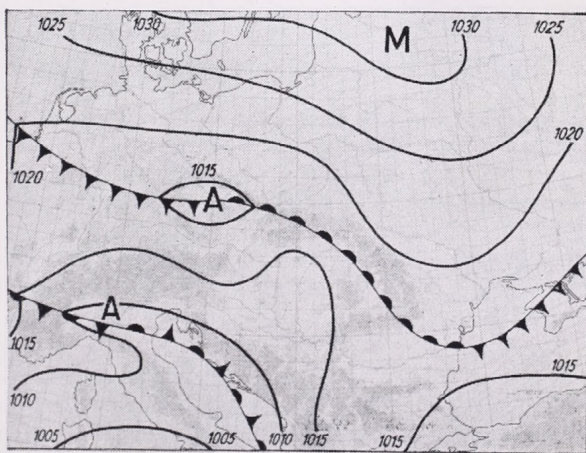
A) *A talajtéreképek vizsgálata.* A szinoptikus talajtéreképek szerint az időjárási helyzet a következőképpen alakult ki:

1954. február 10. körül Kelet-Európában anticiklon helyezkedett el. Emiatt a Balkánon és Közép-Európában délies a légáramlás, és ez meleg légtömegeket szállított észak felé. Február 11-én Lengyelország felett egy sekély ciklon keletkezett, amely lassan észak, illetve északkelet felé mozgott. Mögötte megerősödött a kelet-európai anticiklon Skandinávia fölé nyúló gerince. A ciklon további mozgása miatt az anticiklon kettészakadt, és a skan-

dináv gerinc önálló termikus anticiklonná vált. Három nappal később, 15-én, a ciklon középpontja már a Pecsora vidékére toldott, a hideg frontja 06 GMT-kor Moszkvától délre, Kievtől, Varsótól és Berlintől északra, valamint Dániától nyugatra húzódott (1. ábra). A Kárpát-medencében még fennmaradt a délies áramlás, de a skandináv anticiklonból származó hideg levegő egyre jobban körülfogta a Kárpátokat. Elsősorban a Donyec mentén tört előre a Fekete-tenger és a Havasalföld irányában, valamint Lengyelországon át Németország felé. A következő 24 óra folyamán a hideg levegő elárasztotta Romániát, Németország északi felét, de a Kárpátokon nem tudott átkelni. Az Óriás-hegységen átbukó hideg levegő hatására a Cseh-medencében átmenetileg sekély ciklon alakult ki. A hideg levegő frontja — a tőlünk távol eső szakaszait nem említve — kb. Bereck vidékétől a Vág felső folyásáig nagyjából követte a Kárpátok vonulatát, onnan Prága, illetve Aachen felé húzódott (2. ábra). Az 1015 mb-os izobár, amely nagyjából a Balkánon haladt, mélyen beöblösödött a Nagyalföldre. Még ezen a napon — az esti órákban — megindult a hideg levegő beáramlása két oldalról a Kárpát-medencébe, mégpedig részben a dévényi kapun át Ausztriából, részben az orsovai kapun át a Havasalföldről. Amint a hideg levegő körülfogta az országot, megjelentek a körülölelő izobárok. Hazánk felett így egy sekély alacsonynyomású terület analizálható ki (3. ábra).



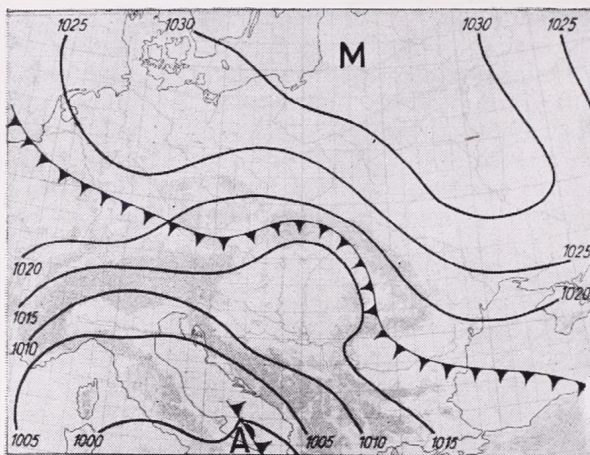
1. ábra — Fig. 1. A szinoptikus helyzet 1954. február 15-én 06 GMT — Synoptic chart, 0600 GMT, February 15, 1954



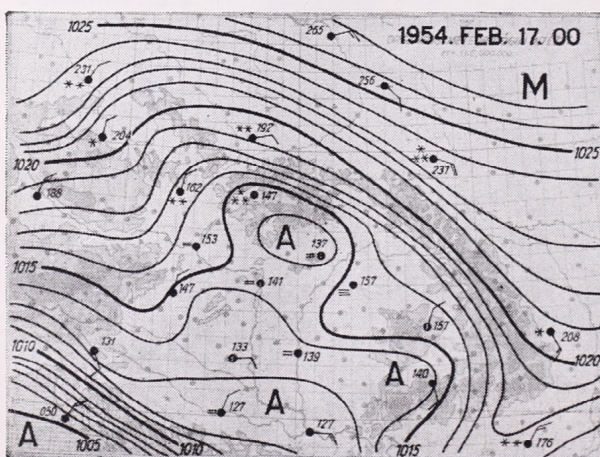
2. ábra — Fig. 2. A szinoptikus helyzet 1954. február 16-án 06 GMT — Synoptic chart, 0600 GMT, Februar 16, 1954

Február hó 17-én a hőmérséklet napi járásában már feltűnővé vált a hideg előretörése északnyugatról. Az óránként sürgönyöző állomások adatai szerint a frontális lehűlés először Szombathelyen és Győrött jelentkezett, mégpedig már a reggeli órákban, amikor pl. Budapesten még a napimenetnek megfelelő hőmérsékletemelkedés lépett fel. A fővárosban a hőmérsékleti görbe és egyéb adatok alapján az esti órákra tehető a frontátvonulás. A dél-

keletről előnyomuló hideg levegő ezen a napon még nem érte el határainkat. A Havasalföld elég gyors elárasztása után megtorpant az előnyomulása. A délkeleti Kárpátok fölött való átbukása közben pedig valamelyest dinamikusan melegeedett is. 17-én reggel megindult a harmadik oldalról is a hideg betörése. Ez a hullám az északkeleti Kárpátokon ömlött át, Borsod-Abaúj-Zemplén és Szabolcs-Szatmár megyékben érezte először a hatását. Miskolcon 9, Nyíregyházán 11, a továbbiakban pedig Debrecenben 17, Szolnokon 21 óra tájban történt meg a frontátvonulás északkeleti széllel. Az ország déli és délkeleti részeire csak másnap, 18-án, a reggeli órákban érkezett meg a hideg levegő. Ekkorra azonban már ideért a délkelet felől előnyomuló légtömeg is. Az azonos származású, de különböző utakat megtett két levegőhullám a Nagyalföld keleti peremvidékén, a Bihar hegység nyugati lábánál találkozott szembe egymással. E két, illetve három oldalról benyomult hideg levegő a magasba emelte a medencében megült melegebb levegőt, és kialakította az orografikus okkluziót. A hidegfront folyamatossága hazánktól délre újból helyreállt, és ott veszteglővé vált. Ugyanakkor a Kárpát-medencét átszelte az orografikus okkluzió nagyjából észak-déli irányban. A kiéleződött hőmérséklet-különbségek miatt a Kárpát-medence fölött ciklon alakult



3. ábra — Fig. 3. A szinoptikus helyzet 1954. február 17-én 06 GMT — Synoptic chart, 0600 GMT, February 17, 1954



4. ábra — Fig. 4. A hideg levegő átbukásakor kialakuló dinamikus ciklonok hazánk területén 1954. február 17-én 00 GMT — Cyclones of dynamic origin developed over Hungary owing to the falling over of the cold air, 0000 GMT, February 17, 1954

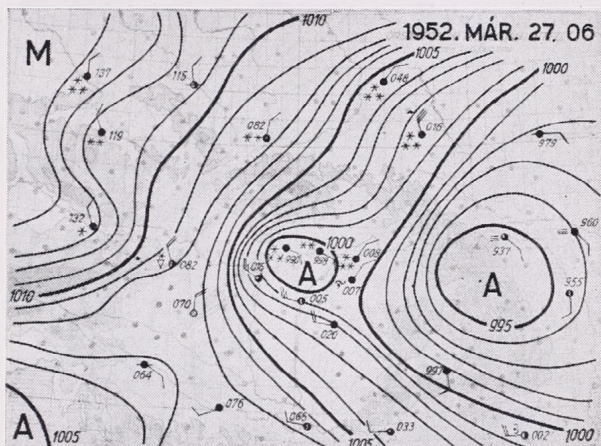
ki, és ez a ciklon sekély képződmény léteré is több napig fennmaradt.

A fenti eseményekkel párhuzamosan az Észak-Svédország, illetve Finnország fölött tartózkodó anticiklonból leszakadt egy mag, és déli-délkeleti irányban mozgott. Ez 18-án megérkezett Ukrajna fölé, ahol még aznap feloszlott. Ezt követőleg az egész anticiklon mozgásba jött déli, délkeleti irányban. Ennek az lett a következménye, hogy a Kárpát-medencét elárasztotta újból a hideg, s így az orografikus okkluzió újból kiélesedett, regeneráló-

dott. Az anticiklon magja 21-én Kiev környékére érkezett és ezzel együtt anticiklonális gerinc alakult ki Németország fölött. A következő napon az anticiklon kelet felé elvonult, ugyanakkor pedig a németországi hideg levegő a dévényi kapun át teljesen kitöltötte a Kárpát-medencét. Február 23-án a körülölelő izobárok megszűntek, az eddigi ciklonális görbületet anticiklonális váltotta fel, és ezzel a különleges szinoptikus helyzet befejeződött.

B) *Az izobárkép és a hideg betörés kapcsolata.* Anélkül hogy a légnyomás- és légtömeg-eloszlás elsődlegességének alapvető problémáját óhajtanánk feszegetni, meg kell állapítanunk, hogy a vizsgált helyzetben a légtömegek előnyomulása idézte elő a nyomáskép jellegzetes megváltozásait. A folyamat pontosabb követése érdekében részletesebb, kisléptékű (1 : 5 000 000) térkép-sorozatot készítettünk.

E térkép-sorozatból megállapítható, hogy a hideg betörés alkalmával a szél a legtöbb helyen ageosztrofikus volt, nyilván a felépő gyorsulások miatt. A Kisalföldön például a szélirányok csaknem merőlegesek az izobárokra. A hideg előhaladása jól kidomborodott az előrenyúló légnyomási gerincek alakjában. Nagyon szép példája ennek a huzamosabb időn keresztül fennálló légnyomási gerince a Havasalföldön. Az izobárok úgy helyezkedtek el, mintha a hideg légtömb szintvonalai, izohipszái lennének.



5. ábra — Fig. 5. Észak-magyarországi ciklon 1952. március 27-én 06 GMT — North-Hungarian cyclone, 0600 GMT, March 27, 1952

A legjellegzetesebb izobárkép azonban a medencében kialakuló alacsony nyomású terület (4. ábra). A helyzet kifejlődésének kezdetén ez még nem volt egységes, hanem tulajdonképpen három részből tevődött össze:

- a) észak-magyarországi alacsony,
- b) Maros-völgyi alacsony,
- c) dél-magyarországi beöblösödés.

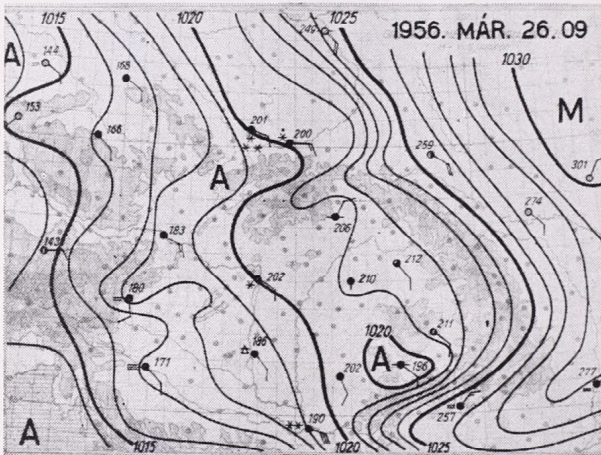
A három — részben összeolvadó — képződmény közül valójában a harmadik adta a Kárpátokat körülölelő izobárképet, a másik kettő csak kiegészítette, sőt egyes vonásaiban eltorzította azt. Az első a Magas-Tátrának, a második a Szörényi- és Szebeni-havasoknak köszönheti létét. A kialakulásukban a következő két tényező játszott szerepet:

1. A lamináris áramlás útjába kerülő orografikus akadály miatt az áramlás — legalábbis az alsó szinteken — szétvált, és így divergencia alakult ki.

2. Ismeretes tény, hogyha egy csatornába a vízszintet el nem érő magasságú gátat építenek, a vízszint az áramlás irányába nézve a gát mögött lesüllyed, és csak meghatározott távolság után éri el azt a magasságot, amelyet a gát nélkül észlelhetnénk. Ennek az az oka, hogy a gát felett a folyadék felgyorsul, ugyanakkor pedig a nyomása csökken. Hasonlóképpen várható a hegység fölött átbukó hideg levegőben is a nyomáscsökkenés. Ezt bizonyítják

az akadályok mögött keletkező hullámok is, amelyeket elméleti úton *Queney*, *Scorer*, *Lyra* és a gyakorlatban *Förchtgott* vizsgált. Mindezekből a tényekből bizonyítottnak vehető, hogy az akadályok mögött nyomáscsökkenésnek kell fellépnie.

További igazolásul bemutatunk két időjárási helyzetet, amelyekben szintén fellépett egy-egy *orografikus ciklon* a Kárpát-medencében. Az első egy észak-magyarországi ciklon, Lengyelország felől előretörő hideg okkluzió esetén. A bemutatott helyzet 1952. március 27-én 06 GMT időpontban állott fenn (5. ábra). Az eredeti munkatérkép analízise rossznak minősítette a Debrecenből táviratozott légnyomást, és a front teknőjét csaknem Budapestig meghosszabbította. A bemutatott térképre azonban felrajzoltuk Nyíregyháza és Salgótarján jelentését is. Az újabb adatok döntően bizonyították, hogy a frontális teknő nem terjed Debrecenből nyugatra, hanem a Szolnok—Miskolc—Salgótarján közötti háromszögben egy másik centrum foglal helyet, amelyet a Kárpátokon átbukó hideg levegő váltott ki.



6. ábra — Fig. 6. Maros-völgyi ciklon 1956. március 26-án 09 GMT
— Cyclone over the Maros-valley, 0900 GMT, March 26, 1956

délkeleti áramlás uralkodott Közép-Európa fölött. Az élénk délkeleti szél, átbukva a délkeleti Kárpátokon (csakúgy, mint a tárgyalt időjárási helyzetben) kialakította a Maros völgyi ciklont. A hegységek mögött fellépő orografikus nyomáscsökkenés az utóbb bemutatott térképen még két helyen felfedezhető, mégpedig egyszer a Magas-Tátra mögött, de most az általános áramlásnak megfelelően annak északi oldalán, és hasonlóképpen a Cseh Érc-hegységnek ugyancsak az északi, illetve északnyugati lejtőinél. Ezeket az izobár-beöblösödéseket nem lehet véletlennek tulajdonítanunk, hiszen a hasonló esetekben szinte törvényszerűen fellépnek.

Visszatérve eredeti tárgyalásunk témájára, megállapíthatjuk, hogy az észak-magyarországi és a Maros-völgyi ciklon fellépése igazolja azt a feltevésünket, hogy a hideg levegő egyszerre két oldalról tört be az országba. De arra is következtethetünk a fenti példákából, hogy az egyszerű átbukás csak helyi jelentőségű, átmeneti alacsony nyomást tud kiváltani, egész országra, illetve medencére kiterjedőt nem.

Az orografikus okkluzió kialakulása után, amikor a hideg légtömegek átbukása már meggyengült, és a hőmérséklet-különbségek miatt fellépő ciklogenezis lépett előtérbe, a medencében egységessé vált az alacsonynyomású terület.

A fentiekből azt is láthatjuk, hogy az egész medencére kiterjedő alacsonynyomású terület keletkezéséhez nem elegendő egyszerű dinamikus

folyamat, hanem hőmérséklet-különbségek is szükségesek. Vegyük tehát szemügyre a hőmérsékleti változásokat és eloszlásokat. Ez a vizsgálat újabb bizonyítékot szolgáltat az orografikus okklúzió kialakulására, illetve fennmaradására. Eddigiekben ugyanis megállapítottuk, hogy az orografikus okklúziót a több oldalról benyomuló hideg légtömegek találkozási hozza létre. Ha ez igaz, akkor az okklúziós front fennállása alatt a hideg-beáramlásnak folyamatosan tovább kell tartania, és az utóbbi gyengülésével gyengülnie kell az okklúzióknak is.

C) *Az aerológiai anyag vizsgálata.* Az orografikus okklúzió metszetszerű kimutatását a magaslégköri felszállásokból — az adatok elégtelen volta miatt — meg sem kíséreljük.

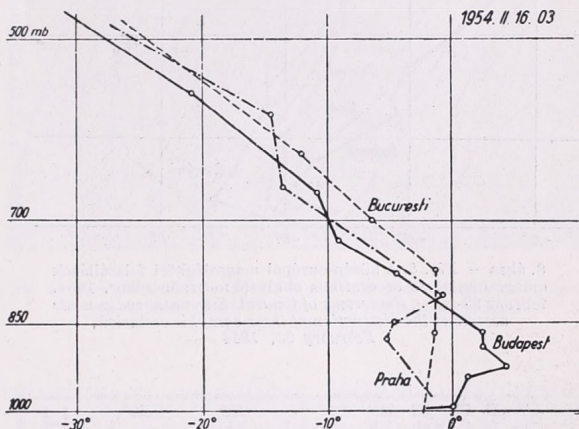
Ahhoz azonban elég adat áll rendelkezésünkre, hogy a hőmérsékleti különbségek kiegyenlítését, illetve kiegyenlítődéését kimutathassuk a körülölelő izobárok fellépése, illetve elsímulása alkalmával.

A magaslégköri hőmérsékleti változások nyomán követésére felrajzoltuk napról napra a budapesti és néhány környező állomáson készült felszállás emagrammját a talaj és az 500 mb-os szint között. A magasabb szintekben végbemenő változások a jelen vizsgálat szempontjából közömbösek voltak, minthogy a hideg levegő az alsóbb szintekben helyezkedett el. A magasabb rétegekben lejátszódó folyamatokat a Kárpátok már nem befolyásolták.

A február 15-i 03 GMT mérés alapján a hőmérséklet-nyomás-görbék Budapest, Bukarest, Poprad és Wien felett nagyjából azonos lefutásúak. A felsorolt helyeken tehát nagyjából azonos hőmérsékleti rétegződés tapasztalható, azaz egy és ugyanazon légtömeg helyezkedik el fölöttük.

Február 16-án reggel Budapesten az alsó szintekben, 850 mb alatt melegedés tapasztalható, amely gyengébben Bukarest fölött is megnyilvánult. A tőlünk északnyugatra fekvő állomások már kisebb mértékű lehűlést mutatnak. Budapest volt tehát a legmelegebb a közép-európai állomások között (7. ábra).

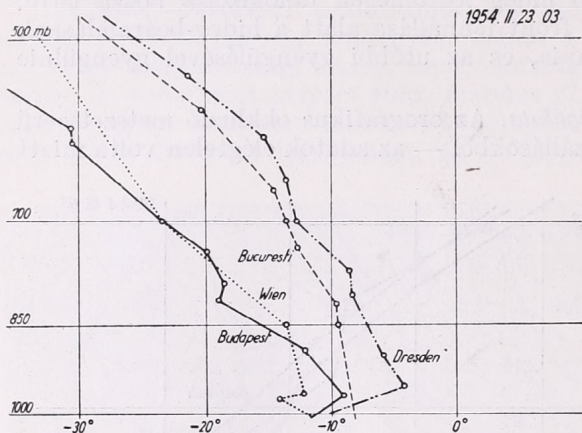
A következő napokon általános lehűlés indult meg, amelyet Budapest elkésve követett: állandó hőmérsékleti különbség állott fenn hazánk és a környező területek között. Ez az állapot február 19-ig tartott. Ekkorra ugyanis Lengyelországban csökkent a nyomás az anticiklon kelet felé való elhúzóódása miatt. Közép-Európa nyugati felében déliesre fordult a légáramlás, és ez melegebb léghullámokat szállított az Adriáról és a Földközi-tenger nyugati medencéje felől. Ez látszik meg a drezdai felszállásban, amely ekkor magasabb hőmérsékletet mutatott a budapestinél. Tőlünk keletre és északra azonban még mindig igen hideg légtömegek helyezkedtek el. A körülölelő izobárok



7. ábra. — Fig. 7. A közép-európai magaslégköri felszállások emagrammjai az orografikus okklúzió kialakulása előtt, 1954. február 16-án — Emagrams of Central European radio-sonde ascents before the development of the orographic occlusion, February 16, 1954

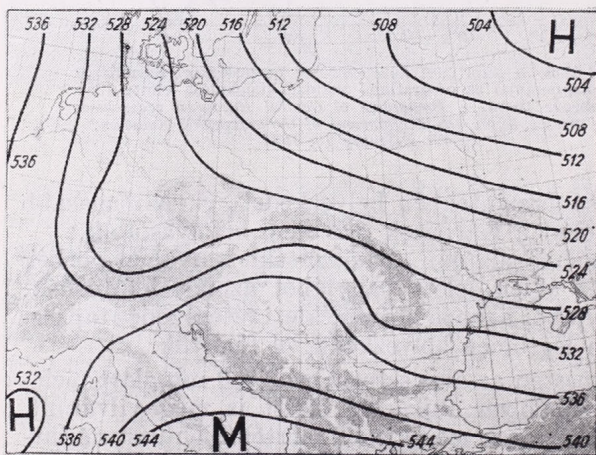
még fennállottak, az orografikus okkluzió meggyengült ugyan, de nem szűnt meg hazánk területén.

Két nap múlva, 21-én, újra előretört a hideg levegő Kelet-Európából a már említett körülmények miatt, és elárasztotta Németországot. A hő-



8. ábra — Fig. 8. A közép-európai magaslégköri felszállások emagrammjai az orografikus okkluzió megszűnésekor, 1954. február 23-án — Emagrams of Central European radio-sonde ascents at the dissipation of their orographic occlusion, February 23, 1954

mérsékleti ellentétek ismét kiéleződtek, az orografikus okkluzió regenerálódott, és újból Budapest fölött található a legmagasabb hőmérsékletek (az azonos szintekben). A hideg előretörése oly erős volt, hogy az anticiklon centruma nyugatabbra tevődött át, ill. Ausztriában és a Cseh-medencében gerinc épült fel. A helyi ciklon középpontja Erdély fölé helyeződött át, s amikor 23-án a medencét teljesen kitöltötte a hideg levegő, az okkluzió és az izobárok ciklonális görbülete megszűnt, ehelyett kiterjeszkedett főként a magasnyomású gerinc. Ezen a napon az emagrammok szerint a környező állomások közül Budapest és Wien fölött volt a leghidegebb a troposzféra alsó szintjeiben (8. ábra).



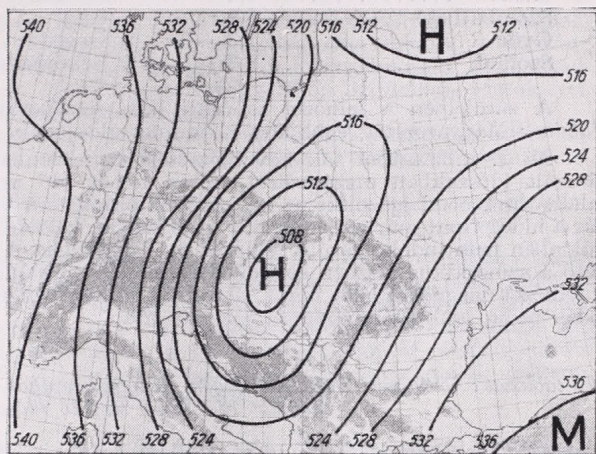
9. ábra — Fig. 9. Az 500/1000 mb-os relatív topográfia térképe 1954. február 17-én — 1,000—500 mb thickness map, February 17, 1954

Az emagrammok alapján tehát jól nyomon követhetők azok a hőmérséklet-változások, amelyek végeredményben az orografikus okkluzió kialakulásához, regenerálódásához, s végül pedig a megszűnéséhez vezettek.

További bizonyítékokat keresendő, kiterjesztettük vizsgálatainkat a föizobár-szintek topográfia-térképeire is. A magaslégköri áramlásokat mutató abszolút topográfia térképek közül a 700 és az 500 mb-os szinté állott rendelkezésünkre. Mivel még a 700 mb-os szint is magasabban fekszik, mint ahol a vizsgált folyamatok lejátszódnak, sem a 700, sem pedig az 500 mb-os szint topográfiájának nincs kifejezett kapcsolata a körülölelő izobárokkal és az orografikus okkluzióval. Mind a 700, mind az 500 mb-os szinten túlnyomórészt zonális áramlás uralkodott a február 15-től 23-ig terjedő időszakban,

és ezt csak rövid időre váltotta fel egy nyereg-helyzet. Abban az időben, amikor megindult hazánkban a hideg levegő beszivárgása (február 17-én), a termobárikus mezőn meleg advekcio mutatkozott fölöttünk.

Az 500/1000 mb-os relatív topográfiák sorozata a fenti eredményekkel ellentétben — ha nem is minden apró részletben —, nagyvonalúan kimutatja az elmondott folyamatot. Jól kidomborodik a február 17-i térképen az izohipszák beöblösödésében a hazánk fölött elhelyezkedő légtömeg magasabb átlagos hőmérséklete (9. ábra), a 20-in a németországi felmelegedés és végül a 23-in a medencék fölé kerülő hideg légcsepp, amely a helyzet lezárását hozta magával (10. ábra).



10. ábra — Fig. 10. Az 500/1000 mb-os relatív topográfia térképe 1954. február 23-án — 1,000—500 mb thicknes map, February 23, 1954

Az időjárás alakulása hazánkban az orografikus okkluzió alkalmával

Az orografikus okkluzió fennállása idején hazánkban uralkodó időjárás jellemzésére a következő elemeket vettük vizsgálat alá :

- a) Csapadék.
- b) Felhőzet.
- c) Hőmérséklet.
- d) Szél.

a) A csapadékeloszlás tanulmányozására elkészítettük az 1954. február 16—22-ig terjedő időszak összesített csapadéktérképét. A térkép tanúsága szerint csaknem országszerte hullott eső, mennyisége azonban — főleg az ország keleti felében — nem érte el még az 1 mm-t sem. Bár hazánkban a február különben is csapadékszegény hónap, a lehullott mennyiségek szerint az orografikus okkluzió az átlagosnál kevesebb csapadékkal járt.

Az időbeli eloszlást tekintve megállapítható, hogy a hideg betörése csaknem teljesen esőmentesen zajlott le, csak a front kialakulása, ill. regenerálódása után került sor csapadékos időszakra. Ugyanerre az eredményre jutottunk a felhőzeti eloszlás vizsgálatánál.

b) A felhőzeti viszonyok áttekintése céljából hazánk tíz állomásának napi négy időpontban végzett felhőzeti megfigyelését vettük alapul. A tíz állomás a következő volt:

Budapest	Szeged	Debrecen
Szombathely	Miskolc	Pécs
Szolnok	Győr	Békéscsaba
	Keszthely	

A kiszemelt időpontok középeurópai időszámítás szerint 01, 07, 13 és 19 óra. Azért választottuk ki így az időpontokat, hogy egyenletesebben legyenek szétosztva, mint az éghajlatkutatás ún. terminus-észleléseinek időpontjai, és hogy az éjszakai felhőzet is figyelembe vehető legyen. A megsürgönyözött felhőmennyiségekből állomásonként napi és időszaki közepeket készítettünk, majd a tíz állomás felhőzeti napi közepeiből „területi átlagokat” számítottunk. A tizedekben kifejezett eredményeket az I. és II. táblázatban foglaltuk össze.

I. táblázat : Felhőzeti középértékek (az égbolt tizedeiben) az 1954. február 16—22-ig terjedő időszakban

Budapest	7,5 (6,5)	Debrecen	7,0 (6,3)
Miskolc	4,8	Keszthely	7,0 (6,0)
Szombathely	6,1	Pécs	7,9 (6,3)
Győr	7,3	Szeged	8,8 (6,6)
Szolnok	8,3	Békéscsaba	8,0

A zárójelben a felhőzet februári havi középértékeit közöltük *Bacsó—Kakas—Takács*: Magyarország éghajlata c. munka alapján.

Az I. táblázatból sok következtetést nem vonhatunk le. Miskolc kivételével a vizsgált időszakban országsszerte erősen felhős idő uralkodott. Mégis már ebben is találhatunk némi igazolást az orografikus okkluzióra vonatkozóan. Azt ugyanis, hogy bár a hideg front már rég túlhaladt az országon, valamiféle frontnak jelen kellett lennie, különben nem indokolható a felhőzet és a csapadék. A II. táblázatból nyomon követhető a szinoptikus részben elsorolt folyamat: az okkluzió kialakulásával kapcsolatban a felhőzet megnövekszik, majd 19-ével a felhőzetben csökkenés állt be. A regenerálódás pedig újabb felhősődéssel járt 20. után.

II. táblázat : Felhőzeti területi átlagok Magyarországon (az égbolt tizedeiben) az 1954. február 16—22-ig terjedő időszakban

1954. február.....	16	17	18	19	20	21	22
Tizedek	6,4	8,1	9,6	7,1	6,3	8,6	3,8

c) *Hőmérsékleti* szempontból a vizsgált időszak nem egységes, hanem átmenetet képvisel egy melegebb és egy hidegebb periódus között. Éppen ezért a hőmérséklet abszolút értéke kevésbé érdekes számunkra. Éppígy érdektelen az egész időszakra vonatkozó hőmérsékleti középérték is. Ezzel szemben a hőmérséklet változásának vizsgálata a folyamat alatt megerősítheti a kialakulásról mondottakat. Tanulmányozásunk alapját a fent említett tíz állomás napi közepes hőmérsékleti értékeinek sorozata képezte.

III. táblázat : A hőmérséklet napi középértékei tíz magyarországi állomáson 1954. február 16. és 23. között

	Budapest	Miskolc	Szombathely	Győr	Szolnok
II. 16.	0,8	-1,9	-0,6	0,2	-7,5
17.	0,3	-1,7	-2,8	-2,4	-4,2
18.	-2,9	-4,0	-6,6	-6,4	-4,2
19.	-6,7	-6,7	-7,0	-6,8	-8,5
20.	-7,5	-8,7	-11,7	-8,9	-8,0
21.	-5,7	-6,3	-9,7	-6,5	-7,3
22.	-5,3	-7,1	-10,2	-8,1	-8,5
23.	-5,3	-6,7	-8,7	-8,0	-8,3

	Debrecen	Keszthely	Pécs	Szeged	Békéscsaba
II. 16.	-3,8	-0,3	-0,4	-7,2	-7,7
17.	-3,6	-1,6	-0,3	-1,9	-3,3
18.	-4,3	-6,3	-4,6	-5,3	-4,7
19.	-8,0	-6,6	-7,3	-8,6	-10,4
20.	-10,2	-9,1	-9,0	-10,0	-10,4
21.	-7,1	-7,4	-9,4	-7,8	-7,5
22.	-7,2	-7,8	-8,5	-10,5	-10,7
23.	-7,2	-7,0	-9,5	-12,7	-12,3

Amint a III. táblázatból látható, a hőmérséklet napi közepek alakulása csaknem az egész országban egységes. Az első napokban emelkedés figyelhető meg, és ez főleg a keleti megyékben jelentős. Az emelkedés oka abban keresendő, hogy a hideg betörés előtt meleg levegő feküdt a medencében, de tekintettel a téli évszakra, az erős lehűlés miatt jelentős talajinverzió lépett fel. Az inverzió idején stratus felhőzet és köd

akadályozta a besugárzás érvényesülését. A hideg betörés megindulása tehát, amint ez már ilyenkor megszokott jelenség a Kárpát-medencében, a hőmérséklet emelkedésével járt. Ettől kezdve azonban az advekcio érezte a hatását, és országszerte egysegesen lehűlés következett be, amely 20-án érte el a mélypontját.

A 20-i mélypont kialakulásához a következő tényezők járultak hozzá :

1. Amint már említettük, 19-én Közép-Európa nyugati felére enyhébb hullámok érkeztek az Adriáról. Ezzel egyidejűleg szünetelt a hideg beszivárgása hazánkba. A front meggyöngyült, és ez a felhőzet csökkenésében is megnyilvánult. A felhőzet felszakadozása pedig kedvezett az éjszakai lehűlésnek. 20-án hajnalban léptek fel általában a legalacsonyabb minimum hőmérsékletek.

2. Ezen a napon hazánk területére is enyhébb légtömegek érkeztek, ámde az éjszakai kisugárzás okozta lehűlést nem tudták kompenzálni. Végeredményben 20-án volt a legalacsonyabb napi közép.

A helyzet regenerálódása után kevés kivétellel újra csökkentek a napi középértéke a nyugatról betörő hideg levegő hatására.

d) A *szélelosztás* vizsgálatánál ugyanazokat az állomásokat és időpontokat választottuk ki, mint a felhőzetnél. Az időszak rövidege nem tette lehetővé, hogy különösebb következtetéseket vonjunk le a széladatokból. Hét napon keresztül tíz állomás napi négy észlelési adatát, vagyis összesen 280 észlelés eredményét dolgoztuk fel. Feltűnő jelenség mindazonáltal a szélesedeknek az észlelések 30%-át elérő gyakorisága. A gyakori szélesedek ellenére a közepes szélesebesség ugyan átlag alatti, mégsem feltűnően alacsony, amint az a IV. táblázatból megállapítható.

IV. táblázat : *Közepes szélesebességek m/sec-ben az 1954. febr. 16—22-ig terjedő időszakban*

Budapest	1,1 (1,8)	Szolnok	1,6	Pécs	3,6
Miskolc	2,1	Debrecen	2,0 (2,4)	Szeged	1,7 (2,8)
Szombathely	3,6	Keszthely	2,0 (3,1)	Békéscsaba	1,1
Győr	2,2				

A zárójelben a februári átlagértékeket tüntettük fel *Bacsó—Kakas—Takács*: Magyarország Éghajlata c. mű alapján.

Ebből arra következtethetünk, hogy bár az említett időszakban általában csendes volt az idő, ezt egy-egy szelesebb periódus szakította meg. Jól mutatkozik ez a szélesebesség napi „területi középértékeiben”.

V. táblázat : *A szélesebesség napi középértéke 10 magyarországi állomásról az 1954. február 16—22-ig terjedő időszakban*

1954. február	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
m/sec	1,5	3,3	4,9	2,3	1,4	1,0	0,9

A hideg betörés alkalmával tehát megélenkült a szél, a maximumát az orografikus okkluzió kialakulásakor éri el, ettől kezdve fokozatosan csökken. A regenerálódás a szélesebesség változásában nem jelentkezik.

Az összesített széliránytáblázat alapján a leggyakoribb irányok az N, NNE és NE, egyenként 11%-os gyakorisággal, tehát erre az egymáshoz közuleső három szélirányra az összes esetek egyharmada esik. A többi szélirány közül kiugró gyakoriságú az E irány Pécsen (10 esettel) és az NW irány Győrött (4 esettel). Az előbbi azt tükrözi, hogy az ország déli vidékein már a kiöblösödés nem érezte a hatását, az áramlás megfelelt az általános helyzetnek, a második pedig az északnyugati hideg beszivárgás tartósságát mutatja.

A fentieket összefoglalva : az orografikus okkluzió folyamán hazánkban az átlagosnál borultabb, esendesebb időjárás uralkodott gyakori, de kis mennyiségű csapadék-hullással és hőmérséklet-csökkenéssel. S minthogy a fellépő változásokat jól meg tudtuk indokolni az egyéb úton szerzett következtetésekkel, így indirekt bizonyítékot is szereztünk az orografikus okkluzióra.

Az orografikus okkluzió előfordulásai

A részletesen letárgyalt 1954. február 16—23-ig terjedő helyzet eredményei a gyakorlatban csak akkor használhatók fel, ha bebizonyítjuk, hogy a külső vonásaikban hasonló időjárási helyzetekben *ugyanazok a fizikai folya-*

matok zajlanak le, vagyis ha valóban a fizikai okokra mutattunk rá a tárgyalás folyamán. Ezért végigvizsgáltuk az 1946—1955. évek minden napján a 06 GMT szinoptikus térképet, s közülük kikerestük azokat a helyzeteket, amikor a körülölelő izobárok legalábbis két egymásután következő napon fennálltak. Ezekben az esetekben lehetett gyanítani az orografikus okkluzió kialakulását. A további részletes kutatások kiderítették, hogy orografikus okkluzió nem mindig lép fel, ha a körülölelő izobárok megjelennek. Éppen ezért az előbbi sorozatból kiemeltük azokat a helyzeteket, amelyekben a körülölelő izobárokat az okkluzió front kísérte. Ezek a következők voltak:

- | | | |
|------------------------|---|-------------------------|
| 1. 1946. I. 14—18. | — | 9. 1951. X. 6—9. |
| 2. 1946. X. 23—26. | | 10. 1952. XII. 2—9. |
| 3. 1947. V. 3—7. | | 11. 1953. I. 13—16. |
| 4. 1949. III. 28—30. | | 12. 1953. X. 19—22. |
| 5. 1949. X. 29.—XI. 5. | | 13. 1954. I. 30.—II. 5. |
| 6. 1950. I. 17—24. | | 14. 1954. II. 16—23. |
| 7. 1950. XII. 28—31. | | 15. 1954. IV. 8—11. |
| 8. 1951. V. 30.—VI. 2. | | |

Nem célunk ezeknek az eseteknek a részletes ismertetése, de közöljük a belőlük levonható tanulságokat.

a) Az északi hidegbetörés után a körülölelő izobárokkal egyidejűleg mindig kialakult az orografikus okkluzió.

b) A folyamat fellépését a szinoptikus térképeken kívül igazolja a hőmérsékleti napi közepek csökkenése, valamint a túlnyomórészt borult, csapadékos időjárás.

c) A vizsgált 15 helyzet közül 11 (azaz 73%) anticiklonnal zárult.

d) A felsorolt esetek évi eloszlását vizsgálva, újabb, közvetett bizonyítékot szerezhetünk a folyamat igazolásához. Ebből a célból a VI. táblázatba összegyűjtöttük az orografikus okkluzió fenti 15 előfordulását. Az egyes eseteket abban a hónapban számoltuk el, amikor a kialakulás megkezdődött, az időtartamnál azonban a naptári hónapokat vettük figyelembe. Ilyenkor az egyik hónapnál a másikra átnyúló esetekben a második hónapban az esetek száma nélkül csak az időtartamot jelöltük. Csak ily módon lehetett elérni, hogy az előfordulások tekintetében ellenmondásba ne kerüljünk.

VI. táblázat: Az orografikus okkluzió előfordulásai 1946—55 között

	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		X.		XI.		XII.		Év	
	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t
1946.	1	4											1	3					2	7
1947.									1	4									1	4
1948.																			—	—
1949.					1	2							1	3	—	4			2	9
1950.	1	7															1	3	2	10
1951.									1	2	—	1	1	3					2	6
1952.																	1	7	1	7
1953.	1	3											1	3					2	6
1954.	1	2	1	11			1	3											3	16
1955.																			—	—
	4	16	1	11	1	2	1	3	2	6	—	1	4	12	—	4	2	10	15	65

n = az esetek száma, t = az időtartam napokban.

Már ennek a tíz évnek az anyagából is kitűnik, hogy az orografikus okklúzió csaknem kizárólag a téli hónapokban fordult elő. Leggyakoribb januárban és októberben, ezzel szemben július és szeptember között egyszer sem lépett fel, júniusban is csak egy átnyúló esetet jegyezhattünk fel. A vizsgált helyzetípus azért gyakori októberben, mert a szeptemberi — főleg sugárzási okok miatt bekövetkező — hőmérsékleti visszaesés után ebben a hónapban megszorodnak a frontális hidegbetörések. Az utóbbi feltevés bizonyítására itt csak az októberi nagyobb átlagos felhőzetre utalunk. A csapadékmennyiségekből nem tűnik ki a jelenség, hiszen a folyamat nem jár nagyobb csapadékkal. A szeptemberi, valamint októberi jelentősebb csapadékmennyiségek a felsikló és nem a betörési frontokkal kapcsolatosak. A januári nagy és a februári kis gyakoriság a következő okokkal függ össze. Ismeretes, hogy nálunk december végén általában enyhülés szokott bekövetkezni, amely után nyilvánvaló az erőteljesebb és tartósabb hideg beáramlások fellépése. Ámde hazánkban februárban is erős hidegek szoktak kialakulni. Ekkor azonban mégis csökken az orografikus okklúzió valószínűsége, minthogy a februári hidegek nem advektív folyamatok, hanem radiációs jelenségek következménye. 1956 februárjában, amikor tartós enyheség után igen szigorú tél következett, több ízben fellépett az orografikus okklúzió. Ez ismét az elgondolásunk helyességét igazolja.

Végül még egy indirekt bizonyíték. Ha az izobárkép jellegzetes megváltozását nem a hideg levegő előretörése okozná, akkor a körülölelő izobároknak keleti áramlásokban mindenkor fel kellene lépniök. Nézzük meg pl. az 1948. május 9-i helyzetet, amikor is keleties légáramlás uralkodott hazánkban egy anticiklon déli oldalán. A körülölelő izobárok mégsem láthatók, mert ekkor keletről meleg levegő jött. A meleg levegő előnyomulását a hegységek kevésbé akadályozzák, s ezért nem kerülhetett sor a légtömegek összetorlására a Kárpátok körül, s nem lehetett sem ciklo-, sem frontogenezis.

Eredményeink

Vizsgálataink alapján a következőket állapíthatjuk meg:

1. Erős és tartós hideg beáramlások alkalmával a Kárpát-medencében orografikus okklúzió alakulhat ki.

2. Az okklúziós folyamatot a medencébe két vagy több oldalról benyomuló hideg légtömegek váltják ki, amelyek az itt levő melegebb légtömeget fölemelik.

3. Ezzel a folyamattal párhuzamosan kialakulnak a körülölelő izobárok, amelyek könnyen felismerhetővé teszik a lejátszódó eseményeket. A körülölelő izobárok a medence fölött elhelyezkedő sekély alacsonynyomású területet fognak közre.

4. Az alacsonynyomású terület kialakításában dinamikus és termikus okok játszanak közre. A hegységeken átbukó hideg levegő dinamikus hatására azonban csak kis méretű, átmeneti ciklon keletkezik, az egész medencére kiterjeszkedő alacsonynyomású területhez tartós hőmérsékleti különbségekre van szükség.

5. Az orografikus okklúzió alkalmával hazánkban túlnyomórészt erősen felhős, esendes időjárás uralkodik, gyakori, de nem nagy mennyiségű csapadékhullással és fokozatos hőmérsékletcsökkenéssel.

6. A helyzet megszűnését többnyire anticiklon felépülése zárja be, de lehet más folyamat is, amely megszünteti a medence és a környezete közötti hőmérséklet-különbséget.

Mindezeket a megállapításokat felhasználhatjuk hasonló helyzetek helyes felismeréséhez, valamint a kialakult orografikus okklúzió további fennmaradásának, vagy feloszlásának előrejelzéséhez is.

Fotokémiai napsugárzásmérések

Összefoglalás. A dolgozat az oxálsav-uranilnitrát fotokémiai sugárzásmérő módszerrel végzett tájékoztató mérések eredményét mutatja be, amelyeket 1955 nyarán Tihanyban végeztek. A mérések azt mutatják, hogy ez a módszer elég érzékeny és elég egyszerűen kivihető a meteorológiai gyakorlatban való alkalmazásra, elsősorban az egészségügyi meteorológia területén.

*

Photochemical Measurement of Solar Radiation. Results of some preliminary measurements by the oxalic acid and uranyl salt method, executed at Tihany during the summer 1955, are presented. It is found, that the method is characterized by a sufficient degree of sensibility and its use is reasonably uncomplicated for application in meteorological routine observations, especially in the field of medical meteorology.

*

A napfény ultraibolya tartományának vizsgálata során számos kísérlet történt fotokémiai mérőmódszerek bevezetésére. Ezek jelentőségét azok a nehézségek magyarázzák meg, amelyek a biológiailag fontos UV-sugárzás mérésénél jelentkeznek. Ezeket a nehézségeket a következőkben foglalhatjuk össze :

1. Ennek a sugártartománynak relative kicsiny az energiaárama (a teljes napsugárzásnak alig 1%-a).

2. Az UV-energiaáramnak nagy az ingadozása (a hullámhossz negyedik hatványával fordítottan arányos szórás miatt ez a tartomány a napmagassággal, a szennyeződés változásával a talajra érkező napfényben viszonylag a legnagyobb ingadozást mutatja).

3. A kicsiny energiaáram miatt az egyszerű kalorimetrikus mérőmódszerek nem alkalmazhatók a meteorológiai gyakorlatban.

A fotoelektromos cellák (pl. a Cadmium-fotocella) jó mérőműszereknek bizonyultak, de több cella összehasonlítása és ezzel kiterjedt észlelőhálózat adatainak egybevetése bizonyos nehézségekkel jár. A mérés nem egyszerű (szálas elektrométer, magasfokú szigetelés, szárítás, az elektrométer időnkénti kalibrálása). A regisztrálás költséges volta miatt a fotocellát elsősorban pillanatnyi mérésekre használják a meteorológiában, ezek azonban a bioklimatológia, valamint az egészségügyi meteorológia igényeit nem elégítik ki.

Ezeknek az alkalmazott tudományágaknak rendszeres és kiterjedt hálózatban végzett mérésekre van szükségük. Ezért nagyon fontos feladat olyan mérőmódszerek kifejlesztése, amelyek lehetőleg egyszerű feltételek mellett alkalmasak az UV-sugárzás mérésére. Ezekről megkívánjuk, hogy 1. összehasonlítható eredményeket adjanak ; 2. egyszerűségük és kicsiny előállítási, valamint üzemi költségük következtében alkalmasak legyenek egyidejű hálózati mérésekre.

A magyar meteorológiai kutatásban a balatoni és hegyvidéki gyógyhelyeink, valamint üdülőink speciális sugárzási viszonyaival kapcsolatban merült fel ez a kérdés. Az összehasonlító vizsgálatokra a sporadikus mérések nem alkalmasak, a regisztrálás pedig — különösen a legérdekesebb UV tartományban — nagyon költséges. Kielégítő megoldásnak látszik az UV-sugárzás összegértékének pl. napi összegének meghatározása. Ezért 1955 nyarán a Balaton partján : Tihanyban vizsgálatokat végeztünk arra vonatkozólag, hogy milyen sikerrel alkalmazhatók a fenti célra a fotokémiai mérőmódszerek.

Magyarországon *Frank Miklós* igazgató-főorvos több, mint 10 éve foglalkozik ezzel a kérdéssel s mérési módszerének a meteorológia területén való alkalmazására hamarosan sor kerül. Újabban *Mórik József* orvos-kutató végzett Magyarországon ilyen irányú méréseket iparegészségügyi vonatkozásban, *Takács Lajos* pedig a mérések hálózati kiszélesítésével foglalkozik.

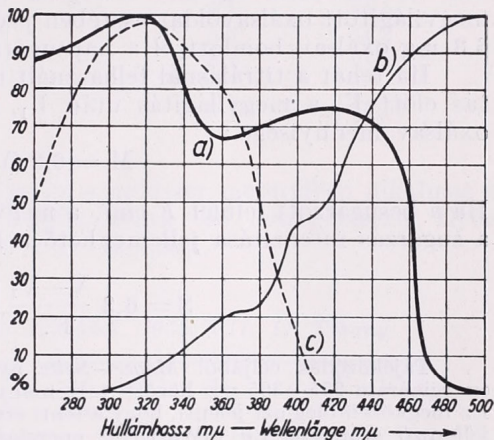
A következőkben azokat a tapasztalatokat ismertetjük, amelyeket a tihanyi mérések során az ún. oxálsavas fotokémiai módszer alkalmazhatóságára nézve nyertünk. Ezeket a vizsgálatokat nem zártuk le, ezért az alábbi adatok ehhez a kérdéshez fűzött adaléknak tekintendők.

Ismeretes, hogy oxálsavnak és uranilnának, mint katalizátornak összetételéből készült oldat alkalmas az UV-sugárzás mérésére. Ebben az oldatban az oxálsav az UV-sugárzás hatására felbomlik s az elbomlott oxálsav tömege mértéke lehet az UV sugárzás intenzitásának. Ezt a módszert „Oxálsavuraniliszulfát UV radiometer” név alatt *Anderson* és *Robinson* 1925-ben UV sugárzás-mérésekre ajánlja [1]. *Leighton* és *Forbes*, valamint *Meyerson* cikkei 1930- és 1935-ben foglalkoznak ezzel a módszerrel [2, 3] s megadják az oxálsav felbomlásának hullámhossz-függését is. Eszerint az 500 μ -nál rövidebb hullámhosszú sugártartomány vesz részt a fotokémiai folyamatban (1. ábra). A hatásos hullámhossz-tartományt kb. a 460 μ effektív hullámhossz zárja le a hosszú hullámú oldalon. Innen kezdve a legrövidebb napszínképi hullámhossz felé, amely az effektus rövid hullámhosszú természetes határát jelenti (kb 290 μ), a hullámhossz-érzékenység kielégítően állandónak tekinthető (eltérés a középértéktől kb. 16%). A hatásos sugárzás tehát nemcsak az UV tartományt öleli fel, hanem kiterjed a látható színekp rövid hullámhosszú végére is.

A meteorológiai gyakorlatban ez a módszer kevéssé terjedt el, ami azzal az előszeretettel magyarázható, amivel az inkább fizikus előképzettségű kutatók az elektromos és mechanikus műszerekkel szemben viseltetnek.

Az oxálsavas módszert *Kulicskova* [5] közelebb igyekezett hozni a meteorológiai gyakorlathoz. A fényérzékeny folyadékot 150 mm hosszú és 25 mm átmérőjű kvarcsőbe öntötte, amelynek külseje fényátnemeresztő burkolattal van ellátva. A sugárzás a cső középső részén levő gyűrű alakú burkolatnyíláson át éri el a folyadékot.

Kulicskova nyomán ezt a módszert használja *Mórik József* említett kutatásainál s tájékozódó méréseinknél hasonló kvarcsöveket használtunk mi is. Emellett a vízszintes felületre eső besugárzás vizsgálatára 53 cm² felületű, körkeresztmetszetű üvegcészeséket is használtunk, amelyekben fedet-



1. ábra — *Abb. 1.* 2,5 cm vastag oxálsav-réteg fotokémiai változásának spektrális érzékenysége (*Leighton* szerint). a) fotokémiai hatás, b) a napsugárzás intenzitása, c) az UG 5/3 mm átteresztőképessége. — *Spektrale Empfindlichkeit der photochemischen Veränderlichkeit einer Oxalsäureschicht von 2,5 cm Dicke (Nach Leighton).* a) Photochemische Wirkung, b) Intensität der Sonnenstrahlung, c) Durchlässigkeit des Filters UG 5 (3 mm).

lenül rövid ideig tartó besugárzásnak tettük ki a fényérzékeny folyadékot. A mérési módszer a következő volt: Reagensnek 40 cm³ tizednormál oxálsavoldatot használtunk. Erre a célra 1000 cm³ vízben 6,3 g oxálsavat (C₂H₂O₄) és katalizárorként 5,02 g uranylitrátot: UO₂(NO₃)₂, 6H₂O oldotunk fel. A fény hatására elbomlott oxálsav mennyiségét ugyancsak tizednormál kaliumhypermanganát (KMnO₄) oldattal (3,16 g KMnO₄ 1000 cm³ vízben oldva) való titrálással határoztuk meg.

A fényérzékeny reagensbe a titrálás folyamán bürettából becsepegtetett hypermanganát oldat elszíntelenedik s minden cm³-e 6,3 mg oxálsav jelenlétét mutatja. A csepegtetést mindaddig folytatjuk, amíg olyan csepp jut a reagensbe, amely azt már tartósan megfesti. Az eddig felhasznált s a bürettán leolvasható KMnO₄-térfogat meg nem világított oxálsavoldat esetében nyilván az utóbbival egyenlő térfogatú (mivel mindkettő tizednormál oldat), megvilágított oxálsavoldat esetében pedig annyi cm³-rel kevesebb, ahányszor 6,3 mg oxálsav bomlott el a napsugárzás hatására.

Ha tehát a titrálásnál felhasznált mérőoldat cm³-einek száma megvilágítás előtt V , a megvilágítás után V_1 , akkor a napsugárzás által elbomlott oxálsav mennyisége:

$$M = 6,3 (V - V_1) \text{ mg.}$$

Ha a besugárzott felület F cm², a megvilágítás időtartama pedig t -óra, akkor a sugárzás intenzitása jellemezhető a következő számmal:

$$S = 6,3 \frac{V - V_1}{F \cdot t} \left[\text{mg/cm}^2 \text{ óra} \right]$$

Tájékozódás céljából Meyer—Seitz nyomán [4] közöljük, hogy 3 mWatt/cm² energiaáram 255—365 m μ közötti tartományban 30 perc alatt 1 mg oxálsavat bont el. Ez megközelítőleg azt jelenti, hogy a fenti értelemben vett $S = 1$ mg/cm² óra intenzitás-jellemző számnak 1,5 mWatt/cm² energiaáram, megközelítőleg 0,0214 cal/cm² min sugárzás-intenzitás felel meg a jelzett hullámhossz-tartományban.

Csőekkel végzett méréseknél a megvilágított felület nehezen definiálható. A minden oldal felé nyitott, gyűrűalakú hengerfelületre egyidejűleg érkezik a közvetlen napsugárzás, az égsugárzás és a környezet tárgyairól visszaverődött és szétszóródott reflektált sugárzás. Ezeknek aránya különböző a cső tengelyének állása szerint. Ezért a csövet definiált helyzetben kell felszerelni. Mi a mérés természete miatt a nappálya síkjára merőleges tengelyállást választottuk. Ebben az esetben a beeső sugárzások közül legnagyobb mértékben a direkt sugárzás érvényesül. A megvilágított felület ebben az esetben sem definiálható olyan határozott módon, hogy a sugárzás intenzitásának S értékét megnyugtató módon kiszámíthatnánk, de ilyen felállítás mellett is elvégezhetünk néhány tájékozódó mérést. Ezek elsősorban a mérések pontosságára és reprodukálhatóságára vonatkoztak. Ezek eredményét a következőkben foglaljuk össze:

A titrálás pontosságát kellő gyakorlattal 1 csepp nagyságig lehetett fokozni. A felhasznált büretta esetében 1 csepp kaliumhypermanganát térfogata 0,067 cm³. Legkedvezőtlenebb esetben a $(V - V_1)$ meghatározásánál ennek a hibának kétszerese fordulhat elő. Ez a maximális hiba:

$$\begin{aligned} V - V_1 = 10 \text{ cm}^3 \text{ esetén } 1,3\% \\ V - V_1 = 20 \text{ cm}^3 \text{ esetén } 0,7\% \end{aligned}$$

relatív hibát jelent.

A mérések reprodukálhatóságát adott helyen és azonos körülmények között 5 csővel végzett mérés mutatja. A csövek belső átmérője 25 mm átmérőjű cső híján minden esetben 19 mm volt. Az alkotómenti nyílás nagyságát a táblázatban D-vel jelöljük. A mérés idején az égboltot 8/10 Ac lam felhőzet borította, a Nap időnként átsütött az Ac hézagain.

I. táblázat. Öt cső azonos körülmények között. 1955. VII. 15. Tihany

Cső	t valódi idő	Δt min	D cm	$V-V_1$ cm^3	M mg
1	7.27—10.27	180	2	8,4	52,9
2	7.27—10.27	180	2	8,6	54,2
3	7.27—10.27	180	2	8,4	52,9
4	7.27—10.27	180	2	8,6	54,2
5	7.27—10.27	180	2	8,2	51,7
				8,44	53,18

A méréssorozat relatív hibája 1,5%.

Megvizsgáltuk azt a kérdést, hogy ez a módszer mennyiben alkalmas a sugárzási energia rövidebb-hosszabb időtartamra eső összegezésére. Ilyen méréssorozat eredményét tartalmazza a II. táblázat.

II. táblázat. Összezési vizsgálat csövekkel. 1955. VII. 11. Tihany

Cső	t valódi idő	Δt min	D cm	$V-V$ cm^3
1	9.12—19.12	600	1,5	28,5
2	9.12—10.12	60	1,5	3,1
3	10.12—11.12	60	1,5	3,0
4	11.12—13.12	150	1,5	9,1
5	13.42—16.18	156	1,5	7,6
2	16.18—17.18	60	1,5	2,6
3	17.18—19.12	114	1,5	2,1

Felhőmegfigyelések: egész napon át 2/10-nél kevesebb *Cu hu*, majd *Cu cong*. A felhőzet a napsütést nem zavarta. A 2—5. csövekkel kapott részlet-mérések összege: 27,5 cm^3 . Ez az 1. csővel nyert egésznapos mérés eredményét: 28,5 cm^3 -t 3,5% relatív hibával közelíti meg.

Ezek a mérési hibák részben a titrálásból, részben a felállítás egyenlőt-lenségéből erednek. Ha ez a hiba elhanyagolható a kimutatandó helyi különbségek, napimenet, egyes napok sugárzáskülönbségei mellett, a mérés pontosságát kielégítőnek mondhatjuk.

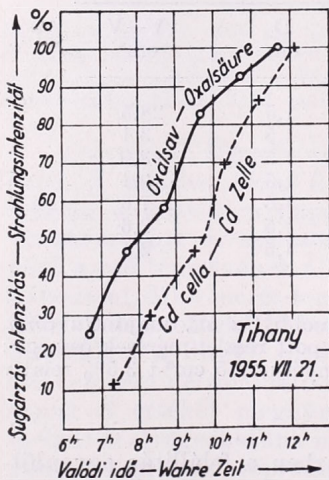
A helyi különbségek vizsgálatára méréseink még nem terjedtek ki. A sugárzás változását zavartalan napsütés mellett a III. táblázat és a 2. ábra mutatja. A táblázat utolsó oszlopában az 1 cm alkotómenti nyílásra és 1 óra megvilágítási időre redukált, elbontott oxálsav mennyiségét találjuk. Ugyanazon csöveket ugyanazon felállításban használva feltehető, hogy a besugárzott felület arányos az alkotómenti nyílással.

Cső	t Valódi idő	Δt min	D cm	$V-V_1$ cm^3	m mg/cm óra
1	6.12— 7.12	60	3,0	1,8	3,8
2	7.12— 8.12	60	3,0	3,4	7,1
1	8.12— 9.12	60	3,0	4,2	8,8
2	9.12—10.12	60	3,0	6,0	12,6
1	10.12—11.12	60	3,0	6,8	14,3
2	11.12—12.12	60	3,0	7,3	15,3
1	12.12—13.12	60	3,0	7,3	15,3

Felhőzet-megfigyelések :

- 6^h. 8/10 : Sc—Ac cast, flocc. A Nap Ac mögött.
- 7^h. 3/10 : Sc—Ac flocc. A Nap szabad.
- 8^h. 3/10 : Ac flocc. A Nap szabad.
- 9^h. 4/10 : Cu hu 1/10, Ac lent. 3/10. A Nap időnkint fedett.
- 10^h. 2/10 : Ac lent. A Nap szabad.
- 11^h. 3/10 : Ac lent, und. A Nap szabad.
- 12^h. 3/10 : Cu hu 1/10, Ac lent .2/10. A Nap szabad.
- 13^h. 3/10 : Cu hu 1/10, Ac lent. 2/10. A Nap szabad.

A 2. ábrán az *m* relatív napi változását látjuk (körök és folytonos vonal) a napi legmagasabb érték százalékaiban kifejezve. Összehasonlításképpen felrajzoltuk a vízszintes felületre eső UV-sugárzásnak Cd-fotocellával mért változását (keresztek és szaggatott vonal).



2. ábra — Abb. 2. A sugárzás napi változása fotokémiai és fotoelektromos módszerrel mérve — Tagesgang der Strahlung, festgestellt auf Grund photochemischer und photoelektrischer Messungen

Az UV-sugárzás intenzitását relatív egységekben fejeztük ki s a 2. ábrán ugyancsak a napi legmagasabb érték százalékaiba számítottuk át.

Amint látjuk, a titrálásból és a felállítás pontatlanságából származó hiba elhanyagolható a napi változás mellett. A fotokémiai úton nyert görbe kimutatja a felhőzet hatását. Ezt látjuk a 6—7, valamint 8—9 órákzbe eső relatíve alacsony értékekből. Az utóbbi intenzitás-csökkenés jelentkezik a Cd-cellával végzett méréseben is. A 2. ábrából látjuk azt is, hogy a Cd-cellával mért sugárzástartomány intenzitása meredekebb görbén éri el maximális értékét, mint a fotokémiai úton nyert intenzitásjelző szám. Ennek okát beláthatjuk, ha figyelembe vesszük, hogy a Cd-cella a 305 μm -nál rövidebb hullámhosszú spektráltartományban méri a sugárzás intenzitását.

Ezeknél a méréseknél 1—1 órás megvilágítást alkalmaztunk, s feltételeztük azt, hogy ezen időtartamon belül a megvilágítási idővel

lineárisan nő az elbomlott oxálsav mennyisége azonos sugárzási viszonyok mellett. Ennek igazolására egy, a délet megelőző derült órában, amikor a sugárzás intenzitása relatíve keveset változott, különböző időtartamú megvilágításnak tettünk ki 5 csövet. A mérési eredmények :

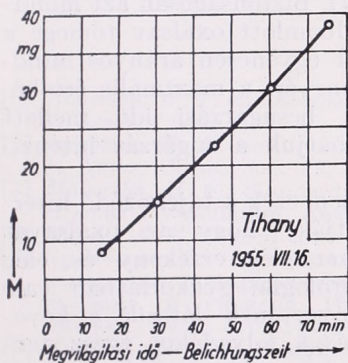
IV. táblázat. Időtartam-mérések csövekkel. 1955. VII. 16. Tihany

Cső	t Valódi idő	Δt min	D cm	$V - V_1$ cm^3	M mg
1	10.42—10.57	15	2,0	1,4	8,8
2	10.42—11.12	30	2,0	2,4	15,1
3	10.42—11.27	45	2,0	3,6	22,7
4	10.42—11.42	60	2,0	4,8	30,2
5	10.42—11.57	75	2,0	6,1	38,4

Felhőmegfigyelések :

10^h. 3/10 : Cu cong 2/10, Ac lent 1/10. A Nap szabad.
 11^h. 2/10 : Cu cong. A Nap szabad.
 12^h. 3/10 : Cu cong. A Nap szabad.

Az elbomlott oxálsavmennyiségnek a megvilágítási idővel való linearitását a 3. ábra mutatja. (A görbének kissé konkáv jellege a dél felé erősödő

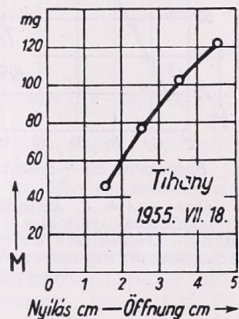


3. ábra — Abb. 3. Az oxálsav fotokémiai átalakulásának változása a megvilágítási idővel — Abhängigkeit der photochemischen Zersetzung der Oxalsäure von der Belichtungs-dauer

sugárzással magyarázható.) Amint később látni fogjuk, ez a linearitás nem extrapolálható a hosszabb megvilágítási idők felé.

A napi menet vizsgálatánál feltételeztük azt is, hogy azonos megvilágítási idő mellett az elbomlott oxálsavmennyiség lineárisan nő az alkotómenti nyílással. Ennek vizsgálatát mutatja az V. táblázat és a 4. ábra.

Ezek a mérések azt mutatják, hogy nagyobb nyílás mellett kisebb az



4. ábra — Abb. 4. Az átalakulás változása az alkotómenti nyílás hosszával — Abhängigkeit der Zersetzung von der Länge der zylindrischen Spalte

elbomlott oxálsav mennyisége, mint amennyit egyenes arányosság mellett várhatnánk. Ennek oka valószínűleg a reagens megvilágított és árnyékban

V. táblázat. Nyílásnagyság-mérések csövekkel. 1955. VII. 18. Tihany

Cső	t Valódi idő	Δt min	D cm	$V - V_1$ cm^3	M mg
1	8.25—10.45	140	1,5	7,3	46,0
2	8.25—10.45	140	2,5	12,1	76,2
3	8.25—10.45	140	3,5	16,3	102,7
4	8.25—10.45	140	4,5	19,3	121,6

Felhőmegfigyelések :

10^h. 2/10 : Ac und. A Nap szabad.
 11^h. 3/10 : Cu cong 1/10, Ac und 2/10. A Nap szabad.
 12^h. 3/10 : Cu cong 2/10, Ac lent 1/10. A Nap szabad.
 13^h. 3/10 : Cu cong 3/10. A Nap szabad.

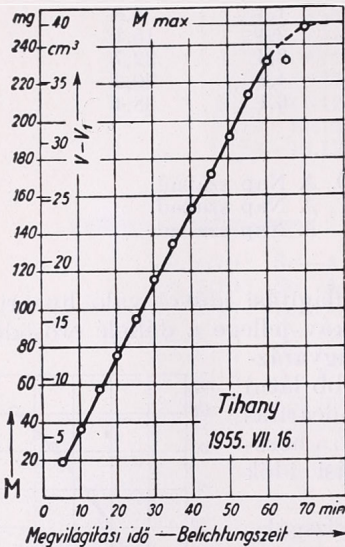
levő részének tökéletlen keveredése. Több ilyen mérés hasonló eredményt adott. A megvilágított és árnyékban maradt folyadékok keveredésének kérdése nyilván elmarad akkor, ha az egész folyadékot egyenletes megvilágításnak tesszük ki. Ezért a következő kísérletnél a 40 cm³ reagenst felül nyitott körkeresztmetszetű üveg csészébe öntöttük,

amelynek átmérője 81,8 mm, a megvilágított vízszintes felület tehát 52,7 cm² volt. A csészékkel az elbomlott oxálsavmennyiség és a megvilágítás időtartamának linearitását vizsgáltuk. Az eredményt a VI. táblázatban találjuk.

Az 5. ábrán láthatjuk, hogy a besugárzási időtartammal való lineáris kapcsolat itt is megmutatkozik, de ez a lineáris kapcsolat bizonytalanra válik akkor, ha az elbomlott oxálsav mennyisége a maximális értéknek (itt 40 cm³) mintegy 75%-át meghaladja (itt 30 cm³ fölött). Biztonságosan azt mondhatjuk, hogy a felbomlott oxálsav tömege a besugárzási idővel egyenesen arányos mindaddig, amíg el nem éri a maximális értéknek 50%-át. A besugárzási idő mellett ugyanezt elmondhatjuk a sugárzás intenzitására is.

Végeredményben ezek a tájékoztató kísérletek azt mutatják, hogy az oxálsavas fotokémiai módszer elég érzékeny és elég egyszerű a meteorológiai gyakorlatban való alkalmazásra. Lényegesnek látszik a keve-

redés okozta hibák elkerülésére, hogy a sugárzás a folyadékot egész terjedelmében átvilágítsa. Ilyen körülmények között nehezen oldható meg a többórás, félnapos és egésznapos mérés. Ezért, valamint a besugárzott



5. ábra — Abb. 5. Az oxálsav fotokémiai átalakulásának változása a megvilágítási idővel — Abhängigkeit der photochemischen Zersetzung der Oxalsäure von der Belichtungs-dauer

VI. táblázat. Időtartam-mérések csészékkel. 1955. VII. 16. Tihany

Csésze	t Valódi idő	Δt min	F cm ²	V - V ₁ cm ³	M mg
1	10.06—10.11	5	52,7	3,0	18,9
2	10.06—10.16	10	52,7	5,8	36,5
3	10.06—10.21	15	52,7	9,0	56,7
4	10.06—10.26	20	52,7	11,8	74,3
5	10.06—10.31	25	52,7	15,0	94,5
6	10.06—10.36	30	52,7	18,2	114,7
7	10.06—10.41	35	52,7	21,2	133,6
1	10.12—10.52	40	52,7	24,2	152,5
2	10.17—11.02	45	52,7	27,2	171,4
3	10.22—11.12	50	52,7	30,2	190,3
4	10.27—11.22	55	52,7	33,8	212,9
5	10.32—11.32	60	52,7	36,6	230,6
6	10.37—11.42	65	52,7	36,8	231,8
7	10.42—11.52	70	52,7	39,6	249,5

Felhőmegfigyeléseket l. a IV. táblázat alatt.

felület definiálására a fotocellás mérésekhez hasonlóan megfelelően szűk környíláson át bocsássuk a fényt a kvarcedényben levő reagenshez. A beérkező fény egyenletes eloszlását a nyílás alá helyezett mattkvarclappal, vagy mattüvegszűrővel biztosíthatjuk. Erre a célra alkalmasnak látszik pl. az UG 5 (3 mm) Schott-szűrő, amely az oxálsavas módszer érzékenységi tartományát a napfény 400 m μ -nál rövidebb hullámhosszúságú tartományára szűkíti le (l. I. ábra) s valóban az UV-sugárzás mérésére teszi alkalmassá. Előnyösnek látszik a berendezésnek a meteorológiai gyakorlatban jól bevált *Günther—Tegetmeyer*-féle fotoelektromos műszerekhez [6] hasonló felépítése.

A meteorológiai gyakorlatban, különösen expedíciós méréseknél a nagyméretű kémiai felszerelés helyett ajánlatos a *Maucha*-féle félmikroeljárás alkalmazása [7].

Köszönettel tartozunk *dr. Mórík Józsefnek*, az Orsz. Közegészségügyi Intézet kutatójának és *dr. Páter Jánosnak*, a MÁV-kórház laboratórium-vezetőjének hasznos tanácsaikért, valamint a kvarccsövek és csészék átengedéséért.

IRODALOM

- [1] *Anderson, W. T. and Robinson, F. W.*: The oxalic acid-uranyl sulfate UV-radiometer. J. Amer. Chem. Soc. 47, 1925, 718—725 old.
- [2] *Leighton, W. G. and Forbes, G. S.*: Precision actinometry with uranyl oxalate. J. Amer. Chem. Soc. 52, 1930, 3139—3151 old.
- [3] *Mayerson, H. S.*: Standardisation of photochemical methods for the measurement of solar UV-radiation. Amer. J. Hygiene. 22, 1935, 106—136 old.
- [4] *Meyer, A. E. Herbert und Seitz, Ernst Otto*: Ultraviolette Strahlen. Berlin, 1949.
- [5] *Кудличкова, З. Н.*: Указания к пользованию щавелевокислым методом для измерения ультрафиолетового излучения солнца. (Ультрафиолетовое излучение и гигиена. Издательство Академии медицинских наук СССР, Москва, 1950, стр. 147—150.)
- [6] *Kleinschmidt, E.*: Handb. d. Meteorologischen Instrumente. Berlin, 1935.
- [7] *Donászy Ernő*: Helyszíni vízvizsgálat. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1955.

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG

értesíti az érdekelteket, hogy az önálló, tudományos értékű dolgozatok megírására hirdetett és 1956. november 30-ra kitűzött pályázatnak határidejét

a közbejött rendkívüli események miatt

1957. augusztus 1-ig meghosszabbítja.

Az „IDŐJÁRÁS” 1956. évi 4. (július—augusztusi) számában közölt pályátelek, valamint — az eredeti benyújtási határidő kivételével — a pályázati feltételek is változatlanok.

MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
TITKÁRSÁGA

Szélviszonyaink vizsgálata és az országos energiagazdálkodás

Összefoglalás. A szélergia hasznosításának magyarországi lehetőségei eléggé korlátozottak. Energiakészleteink szűkös volta azonban indokoltá teszi, hogy energiaszükségeink legalább egy részének széleróművek útján leendő fedezése érdekében fölmérjük az ország szélergia-készletét. Elhatárolva a probléma műszaki és meteorológiai részét, s áttekintve a szélergia hasznosítása érdekében az eddig végzett szórványos hazai kutatásokat, a tanulmány a Budapest térségében újabban felállított 5 szélirő anyagát veszi részletes vizsgálat alá. Eredményként megállapítja, hazánkban is van annyi szélergia, hogy további felkutatását a meteorológia eszközeivel, hasznosítását a műszaki feladatok megoldásával érdeemes, sőt szükséges megkísérelnünk.

*

Études sur les conditions de vent au point de vue de l'économie nationale d'énergie en Hongrie. Les possibilités de l'utilisation de l'énergie éolienne sont, en ce pays, assez limitées. Cependant, en vue de la scarcity des autres sources d'énergie, on est amené á étudier l'idée de l'utilisation des générateurs éoliens pour couvrir au moins une modeste partie de la consommation d'énergie du pays et on se trouve confronté á la tâche d'évaluer le montant des énergies éoliennes disponibles. En faisant distinction entre les questions technologiques et météorologiques du problème, on donne une énumération des études, assez sporadiques d'ailleurs, exécutées en ce pays, et on traite, en suite, les observations de vent obtenues á l'aide de 5 anémographes enrégistres montés récemment dans la région de Budapest. On constate qu'on dispose, même en Hongrie, d'une quantité suffisante d'énergie éolienne pour justifier et même pour imposer, d'une part, des études météorologiques plus approfondies sur les conditions de vent, et, de l'autre, des travaux tendant á la solution des problèmes relatifs d'ordre technique.

*

Energiagazdálkodással foglalkozó szakköreink előtt általánosan ismert hazánk szűkös helyzete energiatermelésre fordítható tüzelőanyagkészletünk terén. Nagyon is indokolt az az aggály, mely szerint a szocialista iparfejlesztés mai üteme, és villamosenergia fogyasztásunk rohamos emelkedése mellett meglevő tüzelőanyagkészleteink aránylag rövid időn belül kimerülnek. Annál is inkább, mert jelenlegi villamosenergia-szükségletünk 97%-át is hőerőművekben, tüzelőanyagok, mégpedig szén, olaj, földgáz felhasználásával állítjuk elő [1], ezzel fölöttébb értékes alapanyagokat vonva el ugyancsak jelentékenyen fejlődő nehéz- és vegyiparunk elől. Mindenképpen érthető tehát egyes, a távolabbi jövőért is felelősséget érző energetikusok álláspontja, kik a rendelkezésünkre álló tüzelőanyagoknak illetően felhasználását egyenesen készleteink könnyelmű elherdálásának minősítik.

Ugyancsak közismert tény az is, hogy a természeti energiák sorában a bányászati úton nyert tüzelőanyagok hőenergiája után pillanatnyilag a leggazdaságosabb, éppen ezért a leghasznosíthatóbb energiaforrás a folyók vízenergiája. Amde földrajzi helyzetünk, éghajlati viszonyaink következtében vízenergiánk gazdaságos kihasználása terén éppen úgy, mint a vízerőművekkel elérhető teljesítmény tekintetében lehetőségeink egyformán korlátozottak. Úgyannyira, hogy vízerőműveink a jövőben is csak hőerőműveink kiegészítőként, szénkészletünk elhasználódási iramának csökkentésére vehetők számításba.

Az uránium-atomok mesterségesen előidézett hasadásánál felszabaduló magenergiának a békés energiatermelés szolgálatába való állításához — különös tekintettel hazánk nemrég fölfedezett urániumérckészleteire — már sokkal nagyobb reményeket fűzhetnénk energiaproblémáink megoldása terén. Energiaigényeink gyors kielégítését azonban ettől sem várhatjuk. Egyrészt az atomerőművek gazdaságosságáról még sok

szó esik a hazai és nemzetközi szakirodalomban is, bár az energetikai szempontból oly kedvezőtlen helyzetű országokban, mint pl. hazánk, kevésbé gazdaságos eljárás is kerülhet kényszerű alkalmazásra. Másrészt azonban még túlságosan nyitott kérdés a magenergia felhasználásával jelentkező radioaktív hulladékok tárolása úgy, hogy az embert és táplálékát ne fertőzhesse [2]. A nukleáris energiatelepek alkalmazása ezért a legilletékesebb szakkörök véleménye szerint is, legalább 2–3 évtizedet igénylő feladat.

Mindenképpen érthető tehát, ha energetikusaink figyelme éppen a fenti megfontolások folytán fordult az utóbbi időben újra fokozódó érdeklődéssel az emberiség által legrégebben használt s kimeríthetetlen energiaforrás, a szél felé [3].

A szélnek energiaforrásként történő felhasználása sok évszázados múltra tekinthet vissza (vitorláshajók, szélmalmok). Vitathatatlan olcsósága ellenére az ásványi eredetű tüzelőanyagok teljesén háttérbe szorították. Mindaddig és mindenütt, ahol az utóbbiak olcsón, fennakadás nélkül és látszólag bőségben állottak rendelkezésünkre, nem is gondolt senki a szélenergia hasznosítására és a felhasználás technológiájának a fejlesztésére. Amint azonban kultúránk energiaszükséglete egyre nőtt, a fejlesztett energia költségei pedig egyre emelkedtek, az olcsóbb energia iránti kutatás figyelme újra a szélenergiára, mint a *mindinkább gépesített mezőgazdaság legolcsóbb és könnyen hozzáférhető energiaforrására* irányult. Úgyannyira, hogy a kérdés ma már a meteorológiai, de méginkább a műszaki irodalomban majdnem állandóan napirenden tartottá vált.

Mindenekelőtt tisztában kell lennünk azzal, hogy a szélenergia lehetőségek kérdése, miként a Föld bármely részén, hazánkban éppenúgy, két összetevőre bontandó :

1. Milyenek az éghajlati adottságként egyes tájaink légterében jelentkező szélsőségek strukturális tekintetben és az idő függvényében? Ez a kérdés *meteorológiai* része.

2. Felhasználható-e az egyes tájak légterében mutatkozó szélsőségek energiatermelésre, vagyis biztosítható-e kellő és gazdaságos gépi berendezés akár a kisüzemi, pl. mezőgazdasági, akár a nagyüzemi energiaszükségletnek a szélenergia hasznosításával részben vagy egészben leendő kielégítésére? Ez a kérdés *műszaki*, technológiai, gépszerkesztéstani része.

A magunk részéről természetesen jelen tanulmányunkkal *csak a kérdés meteorológiai részének* tisztázásához kívánunk néhány szerény adattal hozzájárulni. Tanulmányunkra éppen a kérdésnek a hazai műszaki megoldásával foglalkozó energetikusok részéről történő egyre sürgetőbb fölvetése [3, 4] adott ösztönzést. Am a kérdés népgazdaságunk szempontjából olyannyira jelentős, hogy — nézetünk szerint — megengedi helyenként a szorosán vett meteorológiai állásfoglaláson túli véleményalkotást is.

Nemrégiben maga a *Meteorológiai Világszervezet* is külön munkabizottságot hozott létre, hogy a légkör általános cirkulációjának teljes energiakészletét fölmérve, az abból megfogható, és az emberiség szolgálatába állítható energiamentységről tájékoztassa a világ műszaki közvéleményét. A bizottság munkájának eredményeként megjelent testes kiadvány [5], mely a kérdés meteorológiai irodalmának újszólván és teljes bibliográfiáját is tartalmazza, a szélenergiaviszonyok földrajzi eloszlásával és felhasználhatóságával kapcsolatban kétségtelenül a legújabb és legnagyobb anyagot felölelő mű. Adatai azonban majdnem kizárólag a Föld vízben szegény, felsívatagi területeire vonatkoznak, ahol pl. a *mezőgazdaság* az év kisebb-nagyobb szakaszában pusztán öntözéses gazdálkodással biztosítható.

A légkör általános cirkulációs viszonyairól szóló újabb és régebbi keletű tanulmányok alapján tudomásul kell vennünk azt, hogy hasznosítható szélenergia terén távolról sincsenek olyan kedvező lehetőségeink, mint pl. a passzát- és monszun-széljárta övezetekben fekvő, vagy Európában pl. a tengerparttal vagy magas hegyvidékkel rendelkező országoknak. Ennek ellenére azonban helyzetünk a kérdés műszaki részével foglalkozók nézete szerint *egyáltalán nem kilátástalan*. Mindenesetre figyelemre méltó a műszaki körök megállapítása, mely szerint „világviszonylatban is a szélenergiának csak kisüzemi hasznosítása tekinthető műszakilag megoldott kérdésnek, míg a *nagyüzemi kihasználásnak még súlyos műszaki természetű akadályai vannak* [6]. Megvan azonban a remény arra, hogy ezek a nehézségek nemsokára leküzdhetők lesznek, és akkor a szélenergia hasznosítása várhatólag a hőerőművek fajlagos beruházási költségeivel azonos nagyságrendű költségek mellett fokozatosan mind nagyobb mértékben

megvalósulhat" [1]. Ehhez azonban, ugyancsak energetikusaink véleménye szerint is, elengedhetetlenül „szükség lenne az ország szélenergiakészletének felmérésére energia-termelés lehetőségeinek kutatása céljából" [3].

Elegendőnek tartunk itt egyelőre ennyit a kérdés jelenlegi *műszaki* szemléletmódjának állásáról.

Közbevetőleg inkább reá kell mutatnunk arra a tényre, hogy hazánkban a szélergia kihasználásával kapcsolatos, speciális meteorológiai és műszaki feladatoknak *ma* *sincs* gazdája. Számos, természeti (víz-, hő-) energiakészletben nálunk sokkal gazdagabb államban (Szovjetunió, Németország, Anglia, Franciaország stb.) évek, sőt évtizedek óta külön e célra létesített intézmény (szélergia-gazdálkodási kutató intézet) foglalkozik a szélergia hasznosításának kérdéseivel. Nyilvánvaló ugyanis, ez az egyetlen módja annak, hogy szoros koordinációval mind a meteorológiai, mind a műszaki kutatások reális vonalvezetése biztosítható legyen.

Nálunk, közel 3 évtizeddel előlött, szintén a mezőgazdaságnak olesó — a tüzelőanyagok világgiazi árának és készleteinek hullámvázásától független —, energiaellátása jegyében indultak meg az első kutatások a szélergia hasznosításának terén. Ámde azok csupán az Orsz. Meteorológiai Intézet állomáshálózatában — távolról sem a szélergia hasznosíthatóságának a szemszögéből — végzett személyes vagy csekély számú műszeres megfigyelésekre támaszkodtak.

A 30-as évek elején a Műegyetem mezőgazdasági géptani tanszéke már határozottan szélergia kutatási céllal íróműszereket állított fel az ország különböző pontjain. E *Robinson*-anemográfokat azonban a meteorológiai szolgálat *más szempontok* szerint telepített éghajlatkutató állomásaira építették rá, hogy a kellő műszaki képzettségű kezelőszemélyzet biztosítható legyen. De éppen ezért, e széladatok — egy kivételével mind városokban, völgyi fekvésben elhelyezett állomások adatai lévén —, *nem adhattak hű képet hazai szélklímánkról*. Az évi átlagos szélerbesség pl. a szélárnyékos völgyekben, városi, beépített területeken levő állomásokon, egy-két hely (Magyaróvár, Kékestető) kivételével többnyire 3,0 m/mp-nél alacsonyabbnak mutatkozott, és az energetikusok által hasznosíthatónak minősített szélerbesség évenkénti gyakorisága valóban csekélynek látszott. Külön sajnálatos körülmény, hogy ennek a szélergia hasznosítása érdekében műszaki szempontból végzett nagyarányú adatfeldolgozásnak eredményei publikációra nem kerülhettek: a második világháború végén, a budapesti harcok idején a kéziratot anyag elkallódott.

Az így telepített műszerek (Sopron, Balatonföldvár, Keszthely, Szeged, Orosháza stb.) évkönyvi közlésű adataiból származnak azok a szakirodalomból jólismert megállapítások, melyek szerint szélviszonyaink szeleróművek telepítésére kedvezőtlenek, illetve az építendő erőművek energiatermelése nem kifizetődő. Alátámasztotta ezt a szemléletet az a körülmény is, hogy meteorológiai évkönyveink hosszú éveken át egyedül a *budapesti obszervatórium* egyetemes széliróműszerének óránkénti szélerbesség- és szélút-aadatait közölték csupán; már pedig *szélklímánk jellemzésére gyakorta felhasznált műszer* még a fővárosnak is egyik szélórvénylélekkel legerősebben zavart, s a Rózsadomb szélárnyékában majdnem zárt beépítésű területén áll, s mint az alábbiakból még kitűnik, természet szerint sem tekinthető távolabbi területekre jellemző adatokat szolgáltató műszernek.

Megerősíteni látszott e szemléletet a volt Orsz. Öntözésügyi Hivatal által a tiszai öntözőrendszer keretében Tiszaörsön, 1939-ben létesített állomásunk egyetemes széliróműszere is. Az évi átlagos szélerbesség, bár a budapestinél 30%-kal magasabb volt, itt is alig haladta meg 13 évi átlagban a 3,0 m/mp-et. (A legmagasabb 3,43 m/mp 1941-ben, legalacsonyabb 2,73 m/mp 1953-ban.) Ennek folytán, *az akkori vélekedés szerint*, az öntözéses gazdálkodás vízemelési munkálatainak érdekében szelerómű építése nem látszott kifizetődőnek.

Érdemes megemlítenünk, hogy a többnyire városi felállítású, tehát nagy dinamikus érdességű szubsztrátumok közepette működő anemográfok olyan helyeken is 3,0 m/mp-en aluli évi átlagos szélerbességet mutattak fel (Kalocsa, Szeged), amelyek környékén *még ma is több szélmalom őrzi a hajdani szélergiahasznosító kultúra emlékét*.

A legutóbbi időkben azonban a szeleróművek technológiájának fejlődésével a szélergia hasznosítása terén fokozódó bel- és külföldi *műszaki* kutatások, — mint említettük —, arra engednek következtetni, hogy *megfelelően szerkesztett és telepített erőművel* még a régebben kedvezőtlennek minősített szélviszonyaink mellett is lehet sző szélergiánk hasznosításáról.

Az Orsz. Meteorológiai Intézet a háborús cselekmények idején elpusztult állomáshálózatának újjáépítése során szélviszonyaink behatóbb tanulmányozása érdekében mind több helyen állított fel Fuess-féle egyetemes szélregisztrálókat, természetesen elsősorban a forgalmi repülőtereken. Tudvalevő azonban, hogy éppen a repülőterek

telepítésénél — érthető okokból — kerülendők a túlélnék széljárású helyek, emnélfogva a korszerű szélenergiakutatás céljait e műszerek sem tudják maradéktalanul kielégíteni.

Az utóbbi évek során, tervszerűen, egyebütt — Martonvásár-Erdőhátpuszta, Kecskemét — is létesített szélesebségmérő berendezéseink szolgáltatotta eredmények azonban annak megállapítására indítanak, hogy *mindenképpen érdemes* tanulmányoznunk és *meg kell kísérelnünk* szélenergiaforrásaink kihasználását.

A már idézett műszaki irodalom szerint [6] a korszerű, és a vízi- és hőerőművekhez képest jelentékenyen olcsóbban megépíthető szélérőművek gazdaságosan használják ki már a *2,5 m/mp fölötti szélesebséget*, egészen a 12,0 m/mp szélesebségig. Ilyen sebességű szeleink pedig, legújabb kutatásaink szerint, Magyarország minden mezőgazdasági területén többé-kevésbé fennállanak olyan gyakorisággal, amely már kielégíti a legújabb műszaki (gép-szerkesztési) elgondolások *gazdaságossági* feltételeit is.

A *Martonvásár-Erdőhátpuszta*-i meteorológiai állomásunk nyílt területen nemrégiben felállított széliró műszere mellett a Műszaki Egyetem mezőgazdasági géptani tanszéke szélérőmű-kísérletet hajtott végre. Az egy éven át, 1953. nov. 1-től 1954. okt. 31-ig lefolytatott műszaki és meteorológiai vizsgálatok mindkét irányban érdekes következtetésekre nyújtottak lehetőséget:

1. Műszaki irányban megállapítható volt, hogy az újabban alkalmazott mezőgazdasági szélérőművek, a túlnyomóan vízszivattyúzásra használt soklapátos, lassújárású szélkerekek, teljesítménye mindössze töredéke a helyesebb konstrukciójú, sokkal jobb hatásfokú, ún. aszinkron szélérőművekének, amelyekkel — egyes számítások szerint — még kisebb egységekben is, évi 40 000 kWó teljesítmény érhető el [3].

2. A kísérlet meteorológiai vonatkozású eredménye szerint a jelzett időszakban „3,45 m/mp évi szélesebség átlagot mértek oly *egyenletes* időbeli eloszlásban, hogy 2,5—9,5 m/mp sebességű szél, amely lassújárású, soklapátos szélkerekek üzemére, tehát vízszivattyúzásra igen alkalmas, az év 5027 óráján keresztül fújt, ami az évi órák 75,4%-át teszi ki. Ez napi 13,6 órának felel meg. A szélesendes időszakok oly egyenletesen voltak elosztva, hogy az egész év folyamán mindössze 57 olyan nap volt, amelyen egyenként 6 órán át sem lehetett volna a szélenergiát vízszivattyúzásra felhasználni. 12,5 m/mp-nél sebessebb szél pedig mindössze csak 5 órán át fújt” [3].

Alátámasztják ezeket az eredményeket a *lőrinci* és *siófoki* új obszervatóriumainkban, valamint a *Ferihegy-repülőtéri* központi időjelző állomásunkon újabban felszerelt egyetemes széliró műszerek adatai is. E sűrűn lakott, ipari és mezőgazdasági (kertészeti) üzemekkel is bővelkedő területek közelében levő állomásokon az évi átlagos szélesebség *a fenti időszakban* szintén elérte, sőt meg is haladta a martonvásári értékeket (pl. Ferihegyen 3,48 m/mp).

A várható energiamennyiség meghatározásához azonban elsősorban azt kell tudnunk, *hol és mennyi kihasználásra érdemes szélenergiánk van*. Hangsúlyoznunk kell, hogy az *átlagos sebesség* még nem kielégítő a *szélenergia-viszonyok* összehasonlítására: A szél energiája ui. sebességének 3. hatványával arányos, vagyis a 6,0 m/mp-es szélesebségnek 8-szor nagyobb az energiája, mint a 3,0 m/mp-es sebességnek. A probléma megoldásához azonban mindenekelőtt a troposzféra legalsó, az energiahasznosításra ez idő szerint számításba jövő rétegében uralkodó sebesség-viszonyok vizsgálatára van szükség. Sőt az energia-hasznosítás céljaira sokkal részletesebbre, mint amennyire azt a nagyvonalúbb klimatológiai szempontok szükségessé tennék.

Tételünk bizonyítására vizsgálat alá vettük a *Budapest térségében* működő szélirók óránkénti részletesség feldolgozott adatait, a szélességek struktúrájának, valamint időbeli és térbeli jelentkezésének behatóbb elemzése érdekében. Budapesti állomásainkon 1955-re a szélirók száma ötre emelkedett, s ez annál is öröndetesebb, mert a legkülönbébb földrajzi környezetben álló szélműszerek az orografikus deformációs tényezőknek a légáramlás irányára és sebességére kifejtett hatását már részletesebben vizsgálhatóvá teszik. Ugyanakkor kitűnően szemléltetik, hogy ilyen, viszonylag kis térségen belül is, a szélerergia hasznosításának szemszögéből mily lényeges különbségek mutatkoznak.

Már a *szélesség napi járásának* évi középértékeiben (I. táblázat) is jelentősek a különbségek az 5 állomás között. Elegendőnek tartjuk — helykímélés szempontjából —, ha a napi menet jellemzésére csak a páros órák középsebességeit (1—2^h-ig, 3—4^h-ig, stb.) közöljük. A napi járás közepes évi amplitúdója a legkisebb a 473 m tszf. magasságú Csillagdánál, a legnagyobb a Meteorológiai Intézetnek a Rózsadomb szélárnyékában fekvő tetőterraszán.

I. táblázat. A szélesség óraértékei a budapesti állomásokon, 1955-ben (m/mp)

	2 ^h	4 ^h	6 ^h	8 ^h	10 ^h	12 ^h	14 ^h	16 ^h	18 ^h	20 ^h	22 ^h	24 ^h	Közép 1—24 ^h
Meteor. Int.	1,87	1,89	1,78	2,06	2,67	3,07	3,18	2,98	2,60	2,23	2,09	1,92	2,36
Lőrinci obsz. ...	3,34	3,36	3,26	3,64	3,95	4,39	4,61	4,48	4,06	3,65	3,51	3,41	3,80
Ferihegy-rept. ...	3,36	3,38	3,27	3,60	4,06	4,44	4,61	4,26	3,96	3,54	3,41	3,34	3,75
Csillagda	3,24	3,24	3,15	3,36	3,36	3,45	3,49	3,25	3,08	3,11	3,22	3,25	3,25
Budaörsi rept. ...	2,40	2,46	2,40	2,71	3,45	3,91	4,09	3,69	3,11	2,59	2,52	2,47	2,98

Még nagyobbak a különbségek a szélesség *havi középértékeinek* évi járásában: Az 1955-ös év legszelesebb hónapjában, májusban, 51%-kal, a legkevésbé szeles szeptemberben pedig 81%-kal volt nagyobb a szélesség a lőrinci obszervatóriumban, mint az Intézetben (II. táblázat). Összeállításunk szerint a Budapest térségében felállított 5 széliró műszer közül a Meteorológiai Intézet szélirója áll a legszélvédettebb helyen. Sebességi adatait tehát *nemcsak országos, hanem fővárosi viszonylatban sem szabad jellemzőnek minősítenünk*. A Meteor. Intézet szélirójának havi középsebességei egyébként az ötévi átlag tükrében, 1955-ben is, 1—2 hónap kivételével, meglehetősen állandóságot mutatnak, ami a havi középértékkel jellemzett szélességnél, a mi sokszor szeszélyes időjárású éghajlatunkon is, megszokott jelenség.

II. táblázat. A szélesség havi középértékei a budapesti állomásokon 1955-ben (m/mp)

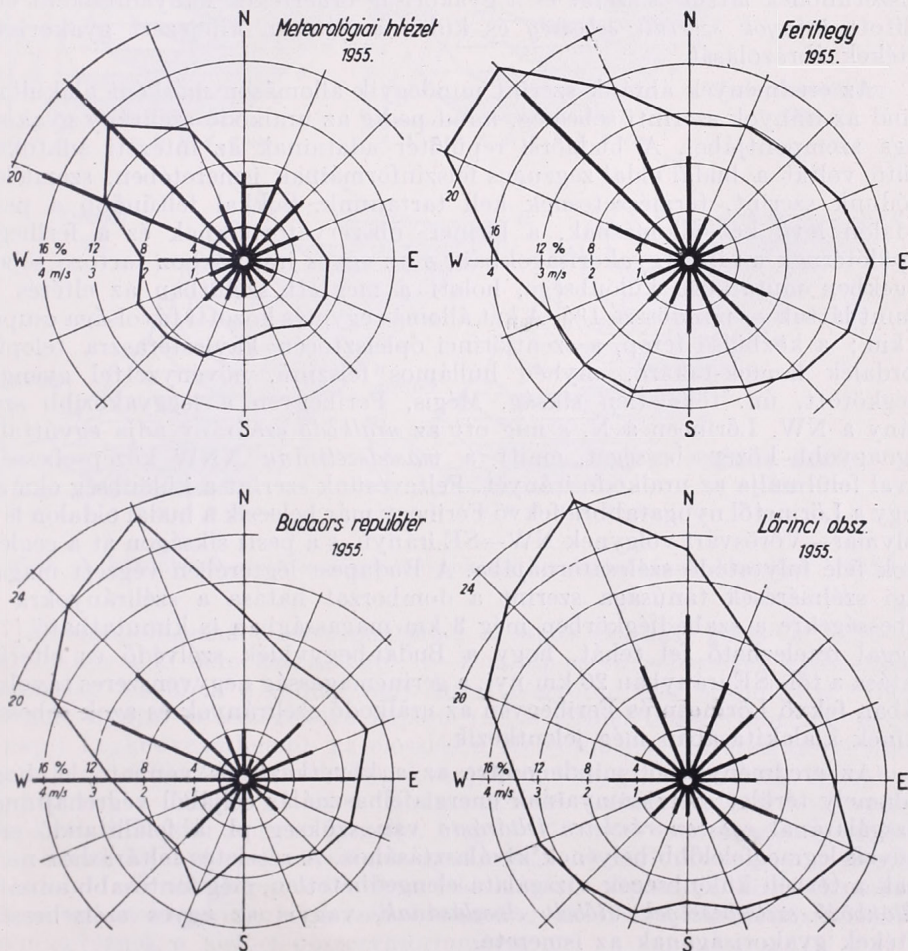
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
Meteor. Int.	1,67	2,42	2,51	3,03	3,30	2,69	2,52	1,95	1,62	1,84	2,37	2,41	2,36
Lőrinci obsz.	3,24	3,92	4,12	4,52	4,99	4,10	3,66	3,09	2,93	3,30	3,88	3,81	3,80
Ferihegy-rept.	3,21	3,81	4,08	4,49	4,80	4,03	3,61	3,17	2,97	3,22	3,92	3,71	3,75
Csillagda	3,01	3,80	3,75	3,66	3,79	3,07	2,88	2,45	2,47	2,94	3,57	3,67	3,25
Budaörsi rept.	2,41	3,54	3,20	3,95	3,29	3,22	3,29	2,38	1,99	2,56	3,05	2,88	2,98
Meteor. Intézet													
1951—55. évi átlag	2,39	2,59	2,41	2,45	2,74	2,43	2,49	2,14	2,17	1,83	2,22	2,09	2,33

Mint ismeretes, a légáramlás orografikus deformációs tényezői közül a *csatorna-hatás* a légármalás útját összeszűkíti, hol horizontális, hol meg vertikális irányban, s ezzel a talajközeli szél sebességét valamely helyen növeli (torlódás, „szélescsatorna”), vagy csökkenti (szélárnyék). Hogy ezzel a csatornahatással mennyire számolnunk kell a hasznosítható szélergiák felkutatásánál, arra az orográfia szempontjából fölöttébb változatos budapesti térszin

egyek pontjain mutatkozó, lényegesen különböző széleseesség jó példa. 1955-ben az egyes állomásokon km-ben mért, és a 4 budapesti állomásnak az Intézet szélirója által följegyzett adatok %-ában is kifejezett *szélútja* a következő volt :

Meteorológiai Intézet	74 428 km	100%
Budaörsi repülőtér	93 794 km	126%
Csillagda	102 650 km	138%
Ferihegyi-repülőtér	118 564 km	159%
Lőrinci obszervatórium	119 771 km	160%

A másik orografikus deformációs tényező, az *eltérítő-hatás*, vagyis az uralkodó légáramlás irányának a függőleges tagoltság következtében előálló megváltozása, szintén szembeötlő az egyes állomások széliránygyakoriságában. (Sajnos, a csillagdai széliró iránymutatójának időszakos zavarai folytán az ottani adatok közlésétől el kell tekintenünk.) A légáramlás egyes irányai-



1. ábra. Az irányok szerinti széleseesség és a szélirányok gyakorisága budapesti szélirók alapján, 1955-ben

nak gyakorisága a szélenergia hasznosításának szemszögéből mellékesnek tűnhet. Ámde éppen a deformációs tényezőknek a sebességre gyakorolt döntő befolyása folytán az ún. „szeles helyek” felkutatásában lehet nagy segítségünkre az uralkodó szélirány ismerete. Várhatóan ui. ott leljük föl a legélénkebb és viszonylag állandóbb szélesebességet, ahol a terepalakulás az *uralkodó* szélirány sebességét növeli meg. És hogy ez aránylag kis térségeken belül is mennyire változatos, azt 4 budapesti állomás *széliránygyakoriságának* és az *egyes irányokhoz tartozó szélesebességeknek* bemutatásával kívánjuk szemléltetni (1. ábra).

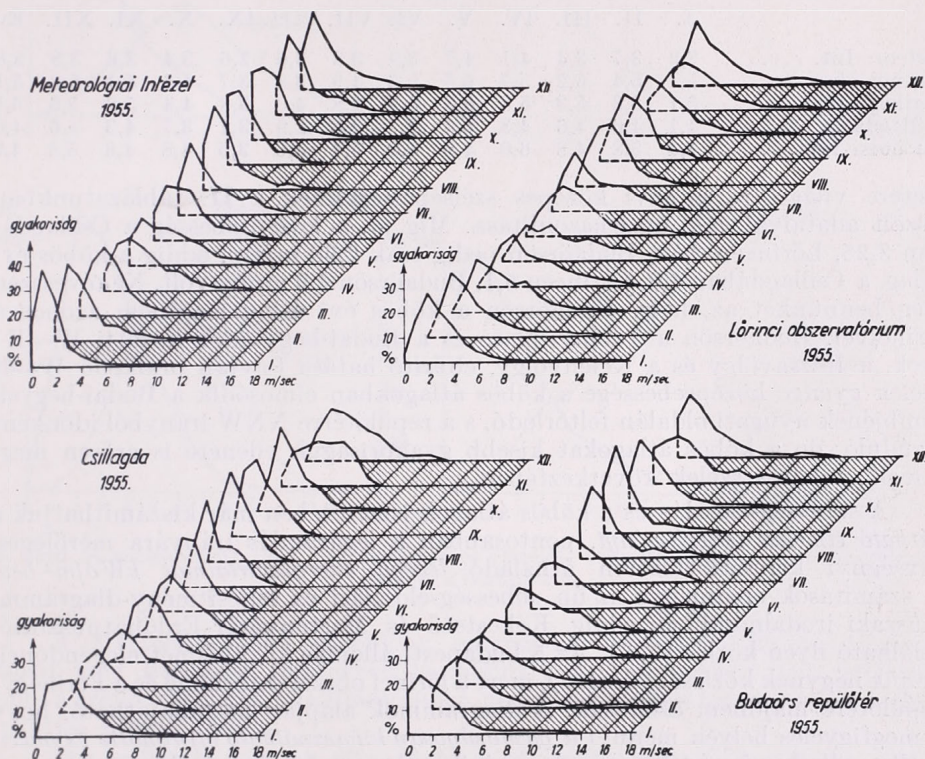
Az ábrázolás a szokásos *Angot*-féle feldolgozások alapján készült, melyek az egyes égtájak irányából megtett szélutat és az irányok gyakoriságát eredményezik. Az egyes irányokból jelentkező szélesebességek meghatározására azonban a *szélút* adata önmagában még nem elegendő, mert nem fejezi ki egyértelműen, hogy a megtett szélutat nagy sebességű, de kis gyakoriságú, vagy pedig kisebb sebességű, de nagyobb gyakoriságú szél tette-e meg. Ezért célszerűbbnek láttuk a *szélút* és a gyakoriság óraértékek hányadosaként előállított *irányok szerinti sebesség* és külön a %-osan kifejezett gyakorisági értékek ábrázolását.

Az eredmények ábránk szerint mindegyik állomáson másként alakultak, mind az irányok szerinti sebesség, mind pedig az uralkodó szélirány gyakorisága szempontjából. A budaörsi repülőtér adatainak az intézeti adatoktól eltérő voltát a budai oldal zegzagos felszínformáinak ismeretében, szemléletmódunk szerint, természetesnek kell tartanunk. Sokkal feltűnőbb a pesti oldalon levő két állomásnak, a lőrinci obszervatóriumnak és a ferihegyi repülőtérnek az iránygyakoriságokban, s az egyes irányokhoz tartozó sebességekben mutatkozó különbsége, holott a megtett szélútban az eltérés — amint láttuk — mindössze 1%. A két állomás egymás közötti távolsága csupán 3 km; a közbülső terep, a szentlőrinci ópleisztocén kavicsteraszra települt hordalék homok-takaró, enyhén hullámos felszínű, növényzettel gyengén megkötött, ún. tökéletlen síkság. Mégis, Ferihegyen a leggyakoribb szélirány a NW, Lőrincen a N, s míg ott az *uralkodó* szélirány adja egyúttal a legnagyobb középsebességet, emitt a *másodszelelirány* NNW középsebessége jóval felülmúlja az uralkodó irányét. Feltevésünk szerint a különbség oka az, hogy a Lőrincetől nyugatabbra fekvő Ferihegy már beleesik a budai oldalon levő Solymár—Vörösvári völgynek NW—SE irányú, s a pesti síkságon át a ceglédi árok felé folytatódó szélesatornájába. A Budapest légterében végzett magassági szélmerések tanúsága szerint a domborzat hatása a szélirányokra és sebességekre a szabadlégkörben még 3 km magasságban is kimutatható [7]; joggal tételezhető fel tehát, hogy a Budai-hegyvidék szélvédő és eltérítő hatása a tőle SE irányban 20 km-nyi, a gerincmagasság negyvenszeres távolságában fekvő Lőrincen és Ferihegyen az uralkodó szélirányok és azok sebességeinek kialakításában még jelentkezik.

Az eredményekből mindenesetre az a következtetés vonható le, hogy valamely terület szélviszonyainak energiafelhasználás céljából végrehajtandó vizsgálatánál *egészen részletes feltárássra* van szükség pl. a felállítandó erőművek legmegfelelőbb helyének kiválasztásához. A részletes feltáráshoz nemcsak a térbeli különbségek vizsgálata elengedhetetlen, még fontosabb annál a *különböző szélesebességek időbeli eloszlásának*, vagyis az egyes szélesebesség-értékek gyakoriságának az ismerete.

Ebből a szempontból is megvizsgáltuk a budapesti szélirók 1955. évi anyagát. A szélesebesség havonkénti eloszlását az óraértékek 20 sebesség-

fokozat (0—19 m/mp) szerinti elrendezésével állítottuk össze. Az egyes fokozatok határait úgy választottuk meg, hogy pl. a 2,0 m/mp-es szélsőbességhez soroztuk az 1,6—2,5 m/mp adatokat is, tehát *lefelé*, a kedvezőtlenebb értékek felé kerekítettünk. Az ily módon (gépi adatfeldolgozás hiányában manuális munkával) elkészített anyagot havi részletezésben is feltüntető háromdimenziós ábra egyben a *szélsőbesség eloszlásának évi menetét* is mutatja (2. ábra).



2. ábra. A különböző szélsőbességek havonkénti gyakoriságának eloszlása 1955-ben

Energiafelhasználás szempontjából a lapos eloszlási görbe a kedvező, mert ekkor a ki nem használható, 1—2 m/mp-es szélsőbességek gyakorisága viszonylag kisebb a 3 m/mp vagy ennél nagyobb, már számításba vehető energiát nyújtó sebességekhez képest. (Pl.: lőrinci obszervatórium, május hónap.) Legkedvezőtlenebb az eloszlás a Meteorológiai Intézet szeptemberi adataiban: a 0—2 m/mp sebességek majdnem 80% gyakoriságúak. A Szabadság-hegység a Jánoshegy és a Budakeszi-erdő szelárnyékában levő részén telepített csillagda műszer igazolja, hogy a 473 m-es tszf. magasság mellett is a hasznosítható szélsőbességek gyakorisága rendkívül csekély a hegyek *lee*-oldalain. Ferihegy-repülőtér ilyen feldolgozású adatainak közlését mellőztük, mert azok a különböző szélsőbességek gyakorisága tekintetében tökéletesen egyeznek a lőrinci obszervatóriumával.

Mint már fentebb utaltunk rá, szélenergetikai vizsgálatoknál a szokásos számtani közepesség helyett — éppen a teljesítménynek a sebesség köbével

való növekedése folytán — a szélviszonyok jellemzésének a sebesség súlyozott köbös átlagával kell történnie, mert a várható elméleti teljesítmény kiszámításának ez az alapja. Az 5 budapesti íróműszerrel 1955-ben mért *szélsebesség köbös átlagait III. táblázatunk tünteti fel. A köbös átlagok termé-*

III. táblázat. A szélsebesség köbös átlagai az egyes hónapokban Budapesten, 1955-ben (m/mp)

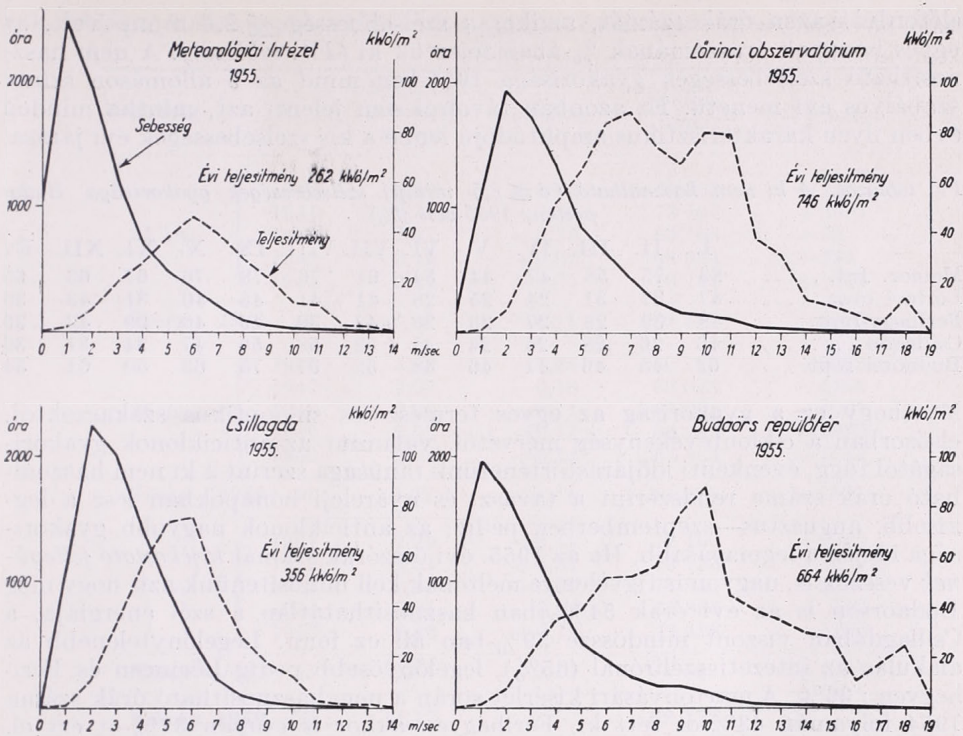
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
Meteor. Int.	2,9	3,7	3,4	4,1	4,7	3,9	3,8	3,0	2,6	3,4	3,6	3,8	3,8
Lőrinci obsz.	5,1	5,4	5,2	5,7	6,5	5,3	4,9	3,8	3,7	4,4	5,1	5,8	5,1
Ferihegy-rept.	5,1	5,3	5,3	5,8	6,3	5,3	4,8	4,0	3,8	4,4	5,2	5,6	5,1
Csillagda	4,1	4,6	4,6	4,3	4,4	3,7	3,5	2,9	3,1	3,7	4,3	4,6	4,0
Budaörsi rept.	4,4	5,8	4,8	6,0	4,8	5,0	5,4	4,0	3,5	4,8	4,8	5,5	4,9

szetére világít rá a havi közepes szélsebességeknél a II. táblázatunkban közölt adataival való összehasonlítása. Míg pl. a középsebesség a Csillagdában 3,25, Lőrincen 3,80, Budaörsön pedig csak 2,98 m/mp, addig a köbös évi átlag a Csillagdában 4,0, Lőrincen 5,1, Budaörsön 4,9 m/mp volt. Ne tévesszen meg bennünket az, hogy Budaörsön a köbös évi átlag majdnem azonos a lőrincivel. Budaörsön a Tétényi-plató és a Budai-hegyvidék közötti W—E-i árok, a Rózsavölgy és a Kelenvölgy, eltérítő hatása folytán uralkodó W—E szelek gyenge középsebessége a köbös átlagokban elmosódik a Budai-hegyek tömbjének nyugati oldalán feltorlódó, s a repülőterre NNW irányból időnként lezúduló, de a köbös átlagokat kisebb gyakoriságuk ellenére is erősen megnövelő, viharos szelek következtében.

A sebesség-eloszlás és a köbös átlagok ismeretében már kiszámíthatjuk a *várható elméleti teljesítményt*, pontosabban a légáramlás irányára merőleges, egységnyi keresztmetszeten áthaladó *levegő energiataralmát kWó/m²-ben*. A számítások eredménye az ún. sebesség-eloszlási és teljesítmény-diagramm. Műszaki irodalmunkban eddig Kékestető és Martonvásár-Erdőhátpusztáról található ilyen közlés [3, 6]. Az 5 budapesti állomás közül ismét elegendőnek véljük négynek közlését (3. ábra), mert a lőrinci obszervatórium és a Ferihegy-repülőterét majdnem azonosak. A diagrammok alapján megállapítható, hogy a megfigyelés helyén mennyi a gazdaságosan kihasználható minimális és maximális szélsebesség értéke, vagyis melyik sebesség-fokozat kellő gyakoriságú ahhoz, hogy már, ill. még elegendő energiát tudjon szolgáltatni. Ez a határ pl. Lőrincen 3—4 m/mp-től 11—12 m/mp-ig terjed; a 12 m/mp fölötti sebességek gyakorisága itt már annyira kevés, hogy hasznosításukra a nagy fajlagos teljesítmény ellenére sem érdemes berendezkedni. A 4 budapesti állomás egymástól merőben elütő teljesítmény-diagrammja élesen rávilágít arra, hogy *kis térségen belül is, energiahatszósítás szempontjából lényegesen különböző áramlási viszonyokra számíthatunk*.

A teljesítmény-diagrammot egyébként nemcsak 1955-ről állítottuk elő. Az említett martonvásári kísérlet egy évéből 10 hónap 1954-re esett. Vele tehát legjobban a budapesti állomások 1954. évi teljesítmény-adatai vehetők össze. Eredményeink szerint — a martonvásári teljesítményt 100%-nak véve — az évi teljesítmény Ferihegyen és Budaörsön 1954-ben a következőképpen alakult:

Martonvásár	547 kWó/m ²	100%
Ferihegy	593 kWó/m ²	109%
Budaörs.....	538 kWó/m ²	98%



3. ábra. A szélsébség 1955. évi eloszlása és elméleti teljesítménye a budapesti állomásokon kWó/m²-ben

A Martonvásárhoz hasonlóan energia-hasznosításra alkalmas területet tehát még Budapest térségében is találhatunk, még pedig olyan helyeken, ahol a széliróműszerek felállítása éppen nem a szélergia kiaknázásának szempontjai szerint történt.

Itt említjük meg az *állandóság* kérdését is, azaz hogy egy év adatai mennyire jellemzik a valóságos energiahelyzetet, továbbá, hogy mennyi a *ki nem használható sebességek* gyakorisága.

A kérdés első részére Ferihegy adatai alapján válaszolhatunk. Az egyes évek összteljesítményét a műszer felállítása óta eltelt 3 év átlagának %-ában fejeztük ki. Az eredmény:

1953-ban	800 kWó/m ²	112%
1954-ben	593 kWó/m ²	84%
1955-ben	730 kWó/m ²	103%

Az 1954-es esztendő tehát, amelyben a Műszaki Egyetem mezőgazdasági géptani tanszéke a kísérletet lefolytatta, teljesítmény szempontjából, az utóbbi 3 év közül a leggyengébb volt. A külföldi szakirodalom [8] hasonló tapasztalatokról számol be: 5 évi átlagtól legfeljebb $\pm 25\%$ -kal tér el az 1—1 esztendei anyagból számított teljesítmény.

A kérdés második fele a ki nem használható, 2,5 m/mp-nél kisebb sebességű órák gyakorisága. Könnyebb összehasonlítás kedvéért a havonként

előforduló azon órák számát, amikor a szélesség $\leq 2,5$ m/mp volt, az egyes hónapok óraszámának %-ában fejeztük ki (IV. táblázat). A nem használható szélességek gyakorisága 1955-ben mind az 5 állomáson szinte szabályos évi menetű. Ez azonban távolról sem jelenti azt, mintha minden évben ilyen karakterisztikus amplitúdójú lenne a kis szélességek évi járása.

IV. táblázat. A ki nem használható ($v \leq 2,5$ m/mp) szélességek gyakorisága Budapesten, 1955-ben (%)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
Meteor. Int.	83	75	58	47	44	54	61	76	78	76	67	65	65
Lőrinci obsz.	47	37	31	24	25	28	41	41	45	40	31	43	36
Ferihegy-rept.	48	39	29	27	23	28	42	39	46	40	29	43	36
Csillagda	46	26	28	24	24	41	52	58	58	47	34	31	39
Budaörsi rept.	62	45	46	41	46	48	52	67	75	63	50	61	54

Mint hogy ez a gyakoriság az egyes természetes szinoptikus szakaszoktól, elsősorban a ciklontevékenység mérvétől, valamint az anticiklonok gyakoriságától függ, évenkénti időjárástörténetünk tanúsága szerint a ki nem használható órák száma rendszerint a tavaszi és nyáreleji hónapokban lesz a legkisebb, augusztus—szeptemberben pedig, az anticiklonok nagyobb gyakorisága idején a legmagasabb. Ha az 1955. évi összórák számát *tájékoztató jellegűnek* vesszük is, nagyon is figyelemre méltónak kell minősítenünk azt, hogy még Budaörsön is az évi órák 54%-ában használhatatlan a szél energiája, a Csillagdában viszont mindössze 39%-ban áll ez fenn. Legelőnytelenebb az alakulás az intézeti szélirónál (65%), legelőnyösebb pedig Lőrincen és Ferihegyen: 36%. A martonvásári kísérlet során a nem használható órák száma 1954 folyamán 43%-ot tett ki, Ferihegyen akkor is csupán 37%-ot ért el, tehát e szempontból is előnyösebb eredmény volt kimutatható még Budapest térségében is.

Szélenergia lehetőségeink kutatása közben meteorológus feladat a *szélesség függőleges eloszlásának vizsgálata* is. Arra a kérdésre azonban, hogy milyen mérvű a különböző érdességű talaj felszínétől számított magasság emelkedésével a szélesség növekedése, a budapesti szélirók anyagának ismeretében még nem adható válasz. Erről csak egyazon helyen több szintben végrehajtott mérések tájékoztathatnának. Már pedig csak ilyen adatok alapján történhetik pl. egy szélturbina gazdaságos magasságának, továbbá a turbinalapátok alsó és felső helyzete közötti sebesség-különbségnek a megállapítása. Külföldi szakirodalomban található közlések szerint [9] pl. 2,0 m/mp sebesség gyakorisága 20 m magasan 15%-kal kevesebb, mint az 5 méteres szintben, mert a 2,0 m/mp-es sebességek eltolódnak a 3—4 m/mp felé, tehát csökken a nem használható sebességek gyakorisága.

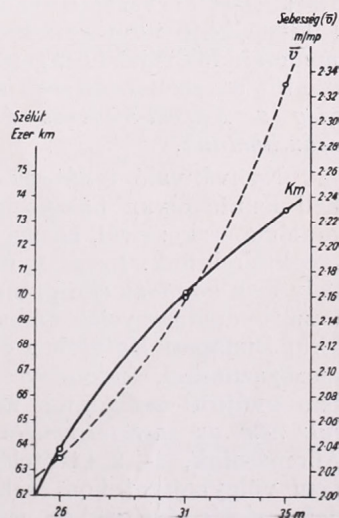
Ilyen vizsgálatokra szélirókkal, meteorológiai állomásokon, hazánkban még nem került sor. Ámde érdekességként meg kell itt említenünk az intézeti szélirónak az elmúlt két évtizedben történt kényszerű magasság-változásaival kapcsolatban a *regisztrált szélességek és szélutak átlagaiban* jelentkező különbségeket. 1945 januárjáig a széliró az Intézet régi tetőteraszán, a talajtól számítva 31 m magasan állt, annak rombadőléséig. 1946-tól az épület tetőzetének SW sarkán működött, ideiglenes felállításban, a talajszinttől mért 26 m-es magasságon. Az új torony, ill. terasz elkészültekor, 1950 szeptemberétől, 35 m magasba került. A különböző magasságú felállításban nyert évi közepes szélességeket és az évenként megtett szélutat, 5—5 éves szakaszokban átlagokat képezve, érdemes összevetnünk egymással és a 15 évi átlaggal (V. táblázat).

V. táblázat. Szélsebesség és szélút a Meteorológiai Intézet szélirójának háromféle magasságában

Magasság	Év	Évi szélsebesség m/mp	ΔK_{40-55}	Szélút km	ΔK_{40-55}
31 m	1940	2,19	+0,02	68 968	-210
	1941	2,31	+0,14	73 169	+3991
	1942	1,87	-0,30	69 108	-70
	1943	2,19	+0,02	68 954	-224
	1944	2,24	+0,07	70 721	+1543
<i>Közép</i>	1940—44	2,16	-0,01	70 185	+1007
26 m	1946	1,93	-0,24	60 783	-8395
	1947	2,07	-0,10	65 023	-4155
	1948	2,06	-0,11	65 081	-4097
	1949	2,05	-0,12	64 253	-4925
	1950	2,03	-0,14	63 864	-5314
<i>Közép</i>	1946—50	2,03	-0,14	63,801	-5377
35 m	1951	2,29	+0,12	72 160	+2982
	1952	2,51	+0,34	79 733	+10 555
	1953	2,27	+0,10	71 540	+2362
	1954	2,21	+0,04	69 885	+707
	1955	2,36	+0,19	74 428	+5250
<i>Közép</i>	1951—55	2,33	+0,16	73 549	+4371
Közép 1940—55 :		2,17		69,178	

Aligha vonható kétségbe, hogy a másfél évtized két szélsőséges időjárású évének, 1942-nek és 1946-nak a kivételével mind a középsebesség, mind pedig az évi szélút nagy állandóságot mutat. Ez a körülmény egyébként a szélenergia teljesítményének állandósága szempontjából megnyugtató. Kevésbé megnyugtató viszont az intézeti széliró adatainak *homogenitása* tekintetében. (Legyen szabad erre itt felhívni a kutatók figyelmét!) Az egyes évek középsebességeinek és szélútjának eltérései a 15 évi átlagtól az első (1940—1944) szakaszban pozitív irányban, az említett 1942. év kivételével, *jelentéktelenek*, a második szakaszban *feltűnően negatívak*, a harmadik szakaszban *szembeötlően pozitívak*. Úgyannyira, hogy a különböző magasságokban mért szélsebesség és szélút 5 évenkénti átlagainak ábrázolása (4. ábra) élesen rávilágít a sebességnek és a megtett szélútnak a magasság függvényében történt megváltozására.

Nyilvánvaló az is, hogy a szélsebesség függőleges gradiense más lesz sík területen, mint függőlegesen tagolt, dombos-hegyes felszínen, különösképpen hegygerincek fölött. Erre vonatkozólag a budapesti 5 széliró adatai — felállításuk természeténél fogva — ismét nem mondhatnak semmit. De közismert tény,



4. ábra. Az átlagos szélsebesség és szélút a Meteorológiai Intézet szélirójának különböző felállításában

hogy a hegygerincek, amelyek a légáramlás útját vertikális irányban szűkítik, fokozzák a szélsébséget. Ugyancsak érdekes adalékként említhetjük meg tehát a nemrégiben Budapest környékén végrehajtott *helyi-klíma* kutatásunk egyik idevágó eredményét. A NW—SE irányú Vörösvári-völgyet a W—E irányú Pomázi-völgytől elválasztó gerincevonalat egyik pontján, a Nagy Kevélytől WNW irányban fekvő *Garancs-tetőn* (289 m) a szélsébség az intézeti és a lőrinci egyidejű óránkénti szélsébségekhez képest jelentékenyen magasabb mindazon időjárási helyzetekben, amikor a fennálló áramlási irányok szerint a Garancs-tető nem került a vele szomszédos, de nála jóval magasabb Nagy Kevély (535 m) tömbjének szélárnyékába (*VI. táblázat*). Az 1956 szeptemberében folytatott mérések során 5-én, 15-én és

VI. táblázat. Az egyidejű szélsébség- és széliránymérések eredményei a Garancs-tetőn, a Meteor. Intézetben és a lőrinci obszervatóriumban

		Meteor. Int.		Garancs-tető		Lőrinci obsz.
1956. szept. 5.	14 ^h —15 ^h	WNW 3,8 m/mp		W 7,4 m/mp		NW 4,4 m/mp
szept. 10.	13 ^h —14 ^h	S 1,9		S 2,3		S 3,2
	14 ^h —15 ^h	S 2,1		S 2,3		SSW 2,9
	15 ^h —16 ^h	SSW 2,1		S 1,7		SSW 3,1
	16 ^h —17 ^h	S 1,7		S 2,2		WSW 2,6
	17 ^h —18 ^h	S 0,7		S 1,5		SW 2,7
	18 ^h —19 ^h	W 0,8		SE 1,6		S 1,9
	19 ^h —20 ^h	W 0,9		SE 1,5		SSE 2,6
	20 ^h —21 ^h	W 0,2		SE 1,3		SSE 3,1
szept. 11.	5 ^h —6 ^h	E 1,4		W 4,3		N 3,6
	6 ^h —7 ^h	WNW 5,1		W 5,7		NNW 3,3
	10 ^h —11 ^h	WNW 5,8		W 10,4		NNW 10,9
	12 ^h —13 ^h	WNW 7,0		W 15,7		NW 10,7
szept. 15.	11 ^h —12 ^h	NNW 2,5		W 6,6		NNW 1,9
szept. 16.	10 ^h —11 ^h	W 2,3		W 4,5		SW 4,2

16-án anticiklonális, 11-én hidegfrontátvonulás utáni volt az általános időjárási helyzet, 10-én pedig sekély ciklon időzött a Kárpát-medencében. A Garancs-tetőn végzett néhány mérés arra is kell, hogy figyelmeztessen, hogy a kiemelkedő tereppontokon (hegycsúcsokon, teraszperemeken), amelyeknek nemcsak földrajzi környezete, hanem geometriai alakja, morfológiai képe is döntő a szélsébségek alakulására, a hasznosítható szélenergiák terén még a *Kárpát-medence áramlásviszonyai mellett is komoly eredményekre számíthatunk.*

Nyilvánvaló tehát az eddig elmondottakból, hogy hazánkban is van, kell lennie olyan hasznosítható szélenergiának, hogy felkutatását a meteorológia eszközeivel, hasznosítását a műszaki feladatok megoldásával érdemes megkísérelnünk. De az is nyilvánvaló, hogy a gazdaságossági számításokban helytelen lenne az eddigi meteorológiai kutatásoknak *más feladatok* érdekében leszűrt eredményeire támaszkodnunk. Az Országos Meteorológiai Intézet által Budapest légterében éppenúgy, mint hazánk egész területén elsősorban mezőgazdasági, tudományos, nemkülönben légiközlekedési célok szolgálatában gyűjtött széladatok nem nyújthatnak megfelelő támpontot, mert *céljuk nem az energiatermelésre alkalmas, kedvező széljárású helyek földértése.* Állomásaink, 1—2 kivételével, nem hegygerinceken és dombhátakon, sem nem völgybejáratokon és hegynyergekben, vagyis nem az orografikus széldeformációs térségekben végzik megfigyeléseiket. Következésképpen az eddig rendelkezésre álló adatainkból hazánk szélenergia lehetőségei közelítő pontossággal sem tisztázhatók.

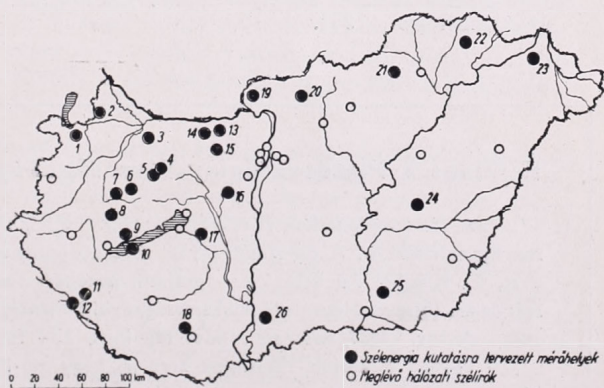
Figyelembevétel a műszaki irodalomban fölvetett kívánságokat, és a Budapest térségében ilyen irányban leszűrt tapasztalatokat, feltétlenül szükségesnek kell mondanunk tehát az ország széleenergiakészleteinek fölmérését. E fölmérés keretében alkalmasan kijelölt pontokon új méréseket kellene szervezni és — természetesen — a mérőhelyeket a megjelölt cél érdekének megfelelő mérőeszközökkel berendezni.

Szélviszonyaink általános éghajlati képének megfelelően az ország különböző pontjain, a mezőgazdaságilag művelt síkságainkon éppenúgy, mint a településektől távoleső hegycsúcsainkon, dombtetőinken a várható eredmények és a kutatás anyagi szükségleteinek egyensúlyát figyelembe véve, nézetünk szerint 26 szélmérő állomás felszerelése és 2—3 éven át történő működtetése lenne szükséges ahhoz, hogy széleenergialehetőségeinket meteorológiai oldalról kielégítő pontossággal fel lehessen mérni. A 26 megfigyelhető felállítására az alábbi pontokat tartjuk alkalmasnak:

	tszf. magasság		tszf. magasság
1. Fertőd.....	144 m	14. Tatatóváros	140 m
2. Mosonszentpéter	121 „	15. Körtvélyes	482 „
3. Nyuli hegy	317 „	16. Gárdony	184 „
4. Cseszneki várhegy	494 „	17. Lajoskomárom	178 „
5. Kőrishegy.....	704 „	18. Mecsek	612 „
6. Polányhegy	396 „	19. Várbukk	747 „
7. Somlóhegy	366 „	20. Szandahegy	547 „
8. Rendeki Csúcsoshegy.....	366 „	21. Bálvány	957 „
9. Szentgyörgyhegy	414 „	22. Magoska	737 „
10. Fonyód	233 „	23. Kisvárdá	114 „
11. Vereshegy.....	247 „	24. Túrkeve	130 „
12. Szentmihályhegy	224 „	25. Hódmezővásárhely	120 „
13. Gerecse	634 „	26. Ólomhegy	174 „

Térképünkön (5. ábra) a tervezett mérőhelyek mellett feltüntettük a meteorológiai állomások hálózatában működő egyetemes széliró műszereket is. A szélmérő pontok kijelölése már annak a műszaki irodalomban kifejezett vélekedésnek a szem előtt tartásával történt, amely szerint a széleenergiának igazán gazdaságos kihasználása akkor következik majd be, ha már végképp elhárulnak a széleenergia *nagyüzemi* hasznosításának ma még kétségkívül meglevő műszaki akadályai, ami egyet jelentene a szélérőművekben nyert energiameennyiségeknek pl. az országos villamosenergiahálózatba való betáplálásával. Ilyen erőművek létesítésére pedig majdnem kizárólag csak hegyvidékeink jöhetnek számításba.

Természetesnek kell tartanunk, hogy a széleenergia hasznosítása terén sok a nyitott kérdés mind a meteorológiai, mind a műszaki oldalon. A kérdés meteorológiai részének megoldása *par excellence* sem tartható az Orsz. Meteorológiai Intézet feladatkörébe vágónak. Éppen ezért, külföldi példák nyomán is, fel kell vetnünk egy külön erre a célra szervezendő *széleenergiakutató intézet* létesítésének gondolatát. Csak ilyen intézet keretében oldható meg a párhuzamos mérések biztosítása, lefolytatása, az eredmények feldolgozása éppenúgy, mint a szélérőművek tervezése, az egyes tájakon legmegfelelőbb hatásfokúaknak kikísérletezése stb. A meteorológiai és műszaki kutatómunkaszoros együttmű-



5. ábra. A széleenergiakutatás szempontjából javasolt mérőhelyek és a meteorológiai állomáshálózat jelenlegi szélirói

ködésére van szükség annak megállapításához például, hogy egy-egy kiválasztott helyen az áramlás irányának a deformációs szöge a vízszinteshez képest hány fokos, ami az optimális hatásfok érdekében, a szélmotor, ill. a lapátok tengelyének elfordítását kívánja meg, hogy azok az áramlás irányára merőlegesen álljanak; továbbá, hogy milyen jegesedésre, zúmaralakerakodásra kell számítani a forgó alkatrészekben stb. E szoros együttműködést kívánó munka nem fejeződik be a szélerőmű legkedvezőbb helyének rendkívül szövevényes feladatként jelentkező kiválasztásával, mert hiszen nagyobb erőműveknél üzem közben is speciális szélprognózisoknak kell előre jelezniük a várható energiamennyiséget (pl. 30 órás előrejelzés 6 óránkénti helyesbítéssel). Ilyen intézet szakmunkaerő szükségletét hazai viszonyaink között az egyetemi tanszékeinken képzés alatt álló meteorológus és gépészmérnök jelöltekből, valamint a kérdéssel ez ideig társadalmi munkában foglalkozó szakembereink tanácsadóként bevonásával biztosíthatóknak véljük. S ezzel a szélenergia kutatás és -felhasználás alapvető munkálatainak elvégzése, vagyis az ország szélenergia készletének felmérése megoldható. Megvalósítása pedig, az elmondottak szerint, mindenképpen kívánatos.

IRODALOM

- [1] *Vadas Zoltán*: Villamos- és hőenergiatermelés klasszikus tüzelőanyagfelhasználás nélkül. Magyar Energiagazdaság, 9. évf. 4. sz. 145. old. Budapest, 1956.
- [2] *Lévai András*: Heterogén rendszerű reaktorokkal épített atomerőművek tervezési és üzemeltetési kérdései. Magyar Energiagazdaság, 9. évf. 5. sz. 169—175. old. Budapest, 1956.
- [3] *Ledács-Kiss Aladár*: Szélenergia — a mezőgazdaság olcsó energiaellátása. Magyar Energiagazdaság, 9. évf. 7. sz. 273—278. old. Budapest, 1956.
- [4] *Czelnai L. Rudolf*: Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Szélenergiamunkabizottságának megalakulása. Időjárás, 59. évf. 255. old. Budapest, 1955.
- [5] *World Meteorological Organisation*: Energy from the Wind. Technical Note No. 4. Genf, 1954.
- [6] *Ledács-Kiss Aladár*: A szélenergia nagyüzemi hasznosítása. Magyar Energiagazdaság, 9. évf. 4. sz. 127—132. old. Budapest, 1956.
- [7] *Béll Béla*: A troposzféra éghajlata Magyarország fölött. OMI Kisebb Kiadványai 28. sz. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 1954. 49. old.
- [8] *Putnam, P. C.*: Power From The Wind. D. v. Nostrand Co., Toronto—New York—London, 1948. 91. old.
- [9] *Arzt, Th.*: Die Windverhältnisse in der Rhön unter besonderer Berücksichtigung der Ausnutzbarkeit des Windes als Energiequelle. Berichte des DWD, Nr. 21., Bad Kissingen, 1951.

Felhívás a Meteorológiai Társaság Tagjaihoz!

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

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

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

TITKÁRSÁG

Az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat bevezetésének szinoptikai kérdései

Összefoglalás. Az orvostudomány képviselői és intézményei részéről többször felmerült az a kívánság, hogy naponkénti előrejelzések készüljenek a meteoropathikus jelenségekről. Egy ilyen újfajta előrejelző szolgálat csak a meteorológusok és orvosok szoros együttműködésével valósítható meg. A tervezett orvosmeteorológiai prognózisszolgálat szinoptikus meteorológiai alapjait ismerteti ez az értekezés.

*

Synoptical Aspects of a Planned Regular Forecasting Service for Medical Meteorology. The desire of obtaining daily forecasts concerning meteoropathical events has been expressed by a number of hospitals and medical authorities in this country. Such a service could be realized only by the intimate co-operation of meteorological and medical professional men. The meteorological foundations of the planned service are outlined in this paper.

*

Dolgozatunk célja, hogy tisztázza a prognózisszolgálat új, különleges ágának elméleti és gyakorlati meteorológiai kérdéseit.

Az orvosmeteorológia fejlődésének új iránya abban nyilvánul meg, hogy orvosi oldalról különleges prognosztikai igények lépnek fel a meteorológiai intézményekkel szemben, és pedig egyre nagyobb mértékben. Az időjelző szolgálatokhoz — külföldön éppenúgy, mint nálunk is — egyre nagyobb számban futnak be prognosztikai érdeklődések a gyakorló és kutató orvosok és orvosi intézmények részéről, mégpedig olyan érdeklődések, amelyek tartalmukban lényegesen eltérnek a prognózisszolgálatához forduló összes egyéb érdeklődők kívánságaitól.

Az újfajta orvosmeteorológiai prognózis-igények megkülönböztető vonása a következő. Azokon a teljesen meteorológiai tárgykörben mozgó érdeklődéseken kívül, amelyeket az orvosok időnként magára az időjárásra nézve már évtizedek óta fel szoktak vetni (főként betegszállításokkal, gyógyhelyekre való utazásokkal, vagy éghajlati gyógymódokkal kapcsolatos kérdések), újabban igen nagy számban érkeznek a meteorológiai intézményekhez az orvosoknak egészen más természetű kérdései is. Ezek nem egyetlen időeseményre vonatkoznak, hanem egész időjárási folyamatokra, frontátvonulásokra, anticiklonrendszerekre, tartósabb időjárási időszakok kialakulására; általában pedig az idő alakulásának a betegekre való hatásával állnak kapcsolatban, sőt nemegyszer ezeknek a hatásoknak a megelőzése érdekében, vagy csökkentésük érdekében történnek.

Nyilvánvaló, hogy ezek az igények sok esetben túllépik a meteorológiai szolgálatok illetékességi körét, mert hiszen azt kívánják meg, hogy a meteorológiai következtetéseken felül orvosi következtetéseket is levonjunk. Olyan tudományos feladat előtt állunk tehát, amelyet egyedül csak meteorológiai szakszemélyzetre támaszkodva nem lehet elintézni, hanem a meteorológusok és orvosok együttműködése szükséges a megoldásához. A feladatot következőképp definiálhatjuk. A meteoropathologia megállapította, hogy igen sok kórtani esemény összefüggésben áll az időjárás alakulásával, bizonyos levegőfajtáknak a jelenlétével, legfőképpen pedig a nagyobb időváltozásoknak a fellépésével. Ez az összefüggés megnyilatkozik a sebészetben a műtétutáni szövődmények bekövetkezésénél, és nagyfokban megnyilvánul belgyógyászati vonalon is bizonyos betegek állapotának rosszabbodásában, bizonyos rohamoknak a fellépésében, egyes járványos betegségek hirtelen elterjedésében.

Az utóbbi idők sebészeti irodalmában folyton több olyan állásfoglalást találunk, amely szerint a műtét beavatkozások után fellépő szövődmények közt olyanok is vannak, amelyek nagyfokban meteorotróp jellegűek: az időváltozások alkalmával nagyobb esély van a bekövetkezésükhöz.

Ennek az álláspontnak mindenekelőtt az a következménye, hogy egyes sebészek a halasztható műtéket nem szívesen végzik el olyan időpontokban, amelyek meteorológiai szempontból nyugtalan jellegűek. Sőt újabban még olyan hangok is hallatszanak, hogy a sürgős műtétek közül is azokat, amelyek nem azonnali életmentő beavatkozást képviselnek, egyes sebészek szívesen félnappal vagy egész nappal is elhalasztják abban az esetben, ha éppen egy nagyobb időváltozással estek volna egybe.

Így előállt egyes sebészeti intézményeknek az az igénye, hogy a bekövetkező nagyobb időváltozások felől rendszeres, naponkénti tájékoztatást kapjanak. Ebben áll az orvosmeteorológiai prognózisoknak az a csoportja, amelyet sebészmeteorológiai prognózisnak lehetne nevezni.

Tudvalevő azonban, hogy nemcsak műtétek után lépnek fel súlyos természetű meteoropathikus események. Belgyógyászati kezelés alatt álló betegek, például asztmások, továbbá a szülészeti osztályokon az anyák eklampsziás rohamai olyan fokban állnak függésben a meteorológiai eseményektől, hogy meteorológiai alapon sok ilyen betegnek a rosszulléte előre várható, sőt megfelelő előzetes kezelés útján a roham enyhíthető, vagy egészen ki is küszöbölhető.

Ismeretes az ideg- és elmebetegek egy részének nagyfokú meteorotróp érzékenysége is. Ezeknél szintén kívánatos a számukra jelentős időjárás fordulatok előre ismerése, ami ugyancsak fontos megelőző intézkedésekre ad módot az orvosnak. Hasonló igény tüdőgyógyászati vonalon is mutatkozik, abból a feltevésből kiindulva, hogy a vérköpéses rohamok egy része is megelőzhetővé válna ezen az úton.

Ennek megfelelően belgyógyászati téren is előállt annak a szükségessége, hogy az orvosoknak és orvosi intézményeknek *folymatos meteorológiai tájékoztatást* biztosítsunk.

Az időjárásra vonatkozó orvosi érdeklődések nagy száma idestova szűkséggé teszi, hogy az orvosi intézmények részére minden nap rendszeresen készüljenek külön orvosmeteorológiai tájékoztató jelentések. Az ilyen jelentések alapja a szinoptikai helyzet, a jelenlevő és a jövőben hozzánk érkező levegőfajták és frontok megállapítása, illetőleg fellépésük előrejelzése; a jelentések további tartalma pedig fel kell hogy ölelje mindazokat a várható biológiai és kórtani hatásokat, amelyek a meteorológiai prognózis alapján orvosilag feltételezhetők.

Ez a szükséglet ma már olyan erőteljesen jelentkezik, hogy időszerűnek találtuk az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat megalapításának tudományos és gyakorlati kérdéseit közelebbi tanulmány tárgyává tenni. Ennek felismerése alapján *dr. Kérdő Istvánnal*, az Országos Balneológiai Kutatóintézet orvoskutatójával együtt azzal a kéréssel fordultam a Magyar Tudományos Akadémia meteorológiai főbizottságához, hogy ezeknek a kérdéseknek a kidolgozását tűzze napirendjére. Kérésünket *Dési Frigyes* professzor, a főbizottság elnöke, és *Páter János* kandidátus, a főbizottság keretében működő Bioklimatológiai és Sugárzási Bizottság elnöke, teljes megértéssel fogadták, és a bioklimatológiai bizottság 1956. június 29-i ülésén már két referátumunk és ehhez fűződő vita alakjában megkezdődött a kérdés elvi alapjainak megbeszélése. A vita során *dr. Páter János* és *dr. Kérdő István* beható érveléssel alátámasztották a rendszeres orvosmeteorológiai jelentésszolgálat megalapításának kívánatos voltát. Kitént, hogy az orvosmeteorológiai tájékoztatásnak (a sebészeti és belgyógyászati kezelésben való felhasználáson kívül) még egészségügyi téren is fontos feladatai vannak. Így például egyes járványok idején a meteorológiai változások előrejelzése alapján az egészségügyi igazgatás abban a helyzetben volna, hogy már előre megtehetné azokat a szervezési intézkedéseket, amelyeket a megbetegedések számának egyik napról a másikra való felszökése szükségessé tenne, de eddig kellő előrejelzési lehetőség hiányában meglepetésként érték az illetékeseket a járványok ilyen fellángolásai. Ilyen természetűek például az influenzás betegek tömeges beszállításának és orvosi ellátásának kérdései a téli időjárás hirtelen megenyhülésének napjain, ami meteorológiai alapon jól előre jelezhető jelenség. Az alábbiakban részletesebb adatokat óhajtnak nyújtani az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat megalapításának meteorológiai oldalára tartozó kérdésekhez.

1. A létesítendő orvosmeteorológiai prognózisszolgálat feladatköre

Az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat feladata abban áll, hogy az orvosok és orvosi intézmények részére, valamint az egészségügyi hatóságok részére *rendszeresen, naponként* szolgáltatasson tájékoztatást azokról a várható meteorológiai eseményekről, amelyek mai tudásunk alapján bizonyos betegeknek az állapotát, vagy pathológiai eseményeknek a tömeges fellépését befolyásolják, illetőleg, amelyeknél ilyen befolyás lehetősége alaposan feltételezhető. A tájékoztatás — éppen úgy, mint a meteorológiai prognosztika többi

ágaiban is — lényegileg kétféle alakban valósítható meg: *a)* naponta megszabott időben kiadott összefoglaló jelentés alakjában, amelynek szövegét az összes érdeklődők számára hozzáférhetővé kell tenni; *b)* személyes szóbeli konzultáció alakjában nyújtott különleges felvilágosítások alakjában, amelyet az orvosmeteorológiai szolgálatban működő orvos a hozzáférhető gyakorló orvosokkal távbeszélő útján folytat le.

A szolgálat kiépítésének első lépésül nyilván az *a)* alatti, mindennapos szövegjelentés kiadását kell választani. Meggyőződésünk azonban, hogy a *b)* alatti szolgáltatás nyújtása is már a szolgálat első idejétől kezdve szükségesnek fog bizonyulni. Sőt a szolgálat tudományos alapjainak minél gyorsabb továbbfejlesztése érdekében is kívánatos, hogy a szolgálatnak ez az ága is meginduljon, mert ezen az úton biztosítható leggyorsabban, hogy megismerjük azokat az igényeket, amelyeket a mindenkinek szóló szövegjelentésekben is ki kell elégítenünk.

Az időjelző szolgálat ellátásában szerzett évtizedes tapasztalat ugyanis azt mutatja, hogy az általános szövegjelentés mellett a prognózisok használóinak igen sok esetben szükségük van különleges tájékoztatásra, amelyet csak a prognóziskészítővel előszóban folyó tárgyalás útján lehet kielégíteni. Ez a helyzet még a prognózisok olyan felhasználóinál is minduntalan megnyilvánul, akik aránylag egyszerűbb prognosztikai kérdésekre várnak választ, nempedig olyan bonyolult prognosztikai feladatokra, mint amelyeket az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat körében kell ellátni. Ebben a feladatkörben tehát még inkább szükséges az érdekelt orvosok külön-külön, előszóval való tájékoztatása és a kölcsönös eszmecsere lehetőségének biztosítása.

2. A szervezési szempontok tudományos kérdései

Felmerül a kérdés, milyen szerv lesz alkalmas ennek a bonyolult feladatkörnek az ellátására. A feladat abban áll, hogy a meteorológiai kilátásokból vonjunk le orvosi következtetéseket. Nyilvánvaló, hogy a meteorológiai kilátásokat csak a szinoptikus ítélteti meg, akinek rendelkezésére áll a bel- és külföldi meteorológiai adatszolgáltatásnak a teljes anyaga, és ezenkívül rendelkezésére áll az az egész bonyolult feldolgozási apparátus, amely mindenfajta időjelzésnek az elkészítéséhez szükséges. De nyilvánvaló az is, hogy a kész meteorológiai vélemény alapján egyedül csak az orvos hivatott arra, hogy elvégezze a következtető munkának a második lépését: a meteorológiai prognózis alapján levonja magukat az orvosi következtetéseket.

Az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat munkamenetének eszerint két részből kell állnia: egy meteorológiai és egy orvosi munkaerőket kívánó részből. A meteorológiai munka a szinoptikus meteorológia körébe tartozik. Feladata, hogy a 36 órán belül várható szinoptikai eseményeket minél nagyobb részletességgel előrejelezze, mégpedig főképp azokat az időjárás eseményeket, amelyeknek meteoropathikus hatékonysága az orvosmeteorológiai irodalom alapján ma már igazoltnak, vagy valószínűnek tekinthető. Ez a feladat a meglévő időjelző szolgálat keretében, megfelelő többlet-munkaerők beállításával, teljes egészében elvégezhető. Időbelileg második helyet foglal el az orvosi munkaerőkre háruló feladat, amely abban áll, hogy a már elkészült szinoptikai diagnózis és prognózis alapján levonja az orvosi következtetéseket, ezeket a kiadandó szövegjelentésben lerögzíti és ezek szellemében a telefoni konzultációs beszélgetéseket ellátja.

Eszerint az orvosmeteorológiai prognózis úgy készíthető el a meteorológiai és orvosi munkaerők együttműködéséből, hogy mindennap a szükséges elő-

készítő munkákat, vagyis a szinoptikai folyamatokra vonatkozó intern összefoglaló meteorológiai jelentés készítését a meteorológiai munkahelyeken végzik el; a szolgálat kifelé látható eredményeit ellenben, a jelentéseket és telefoni konzultációkat, a szolgálat orvosi ága hivatott ellátni.

Következik ebből, hogy az orvosmeteorológiai prognózisok csak olyan típusú intézményben készíthetők el, ahol meteorológusok és orvosok a legbensőbb módon nap nap után együttműködnek. Az orvosmeteorológiai prognózis megvalósítása tehát orvosmeteorológiai intézményt kíván, vagyis olyan összetételű intézményt, amilyen Magyarországon ez idő szerint még nem létezik. Szervezési szempontból a meteorológiai és orvosi munkakör együttműködése kétféle alakban képzelhető el. Az egyik, külföldi példában már megvalósított megoldás abban áll, hogy a szolgálat orvosi részét egy külön orvosmeteorológiai intézmény látja el, amely kívül áll a meteorológiai szolgálat keretein. Egy másik elképzelhető megoldás pedig abból állhatna, hogy a meteorológiai szolgálat a saját létszámában alkalmazna megfelelő számú orvost, az együttműködés biztosítására.

3. Az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat szinoptikai alapjai

A rendelkezésre álló orvosmeteorológiai kutatási eredményekből jelenleg már meglehetősen részletes képünk van arról, hogy az időjárásnak *milyen tényezői* fejtenek ki meteoropathológiai hatásokat. Amit errenézve az alábbiakban előadunk, annak forrása részben az orvosmeteorológiai irodalom, részben pedig a Meteorológiai Intézet időjelző osztályában az évek során át szerzett közvetlen tapasztalásunk arra vonatkozóan, hogy milyen meteorológiai körülmények közt fordulnak hozzánk olyan orvosi intézmények, amelyek valamely napon egyes meteoropathikus jelenségeket tömegesen észleltek a beteganyagukon. Ész szerint a következő meteorológiai körülményeket kell az orvosmeteorológiai szolgálat számára diagnosztizálni és előrejelezni:

I. Mindenekelőtt a *frontátvonulásokat*, és pedig főképpen a nagyfejlettségű frontátvonulásokat, amelyek az időnek a lényeges megváltozását idézik elő és az élőlények számára nagymértékű fizikai környezetváltozást jelentenek. Meg kell különböztetni a frontoknak a két főfajtaját, a betörési és felsiklási frontokat, minthogy tudjuk, hogy a kétféle frontnak specifikus hatásai vannak az élőszerkezetre, sőt igen sok tekintetben ellentétes hatásokat mutatnak.

A szinoptikai tájékoztatásnak ki kell terjednie a betörési frontok közül azokra is, amelyek átvonulása a közelmúlt órákban már megtörtént és így szűkebb meteorológiai szempontból már nem is tárgyai a prognózisnak. Ezek gondos megemlítése azért szükséges, mert posztfrontális hatásaik bizonyos ideig még fennállnak.

Hasonlóképp fel kell ölelnie a tájékoztatásnak azokat a felsiklási frontokat is, amelyek még olyan távol vannak, hogy maga az átvonulás még 36 órán belül sem esedékes ugyan, ellenben az átvonulásukat megelőző hatékony praefrontális időszak már az előrejelzési időtartamon belül megkezdődik.

A már átvonult betörési frontok utólagos hatásainak és a 36 órán túl átvonuló felsiklási frontok hatásainak figyelembevételére vonatkozó mostani megjegyzésünk különösen fontossá válik a *lassan vonuló* frontoknál, mert ezeknek hosszúak a hatékony időszakaik. Az ilyen betörési frontoknak tehát hosszúra nyúlik a posztfrontális hatóidőszaka és a lassan mozgó felsiklási frontnak már igen korán és sokáig megnyilvánulhatnak a praefrontális hatásai. Fél nappal, vagy még többel a betörési front átvonulása után még fennállhatnak a posztfrontális hatások, a lassanmozgó felsiklási frontokat pedig kivételes esetekben még egy-két nappal is megelőzhetik a praefrontális hatások. Ahhoz tehát, hogy a 36 órára szóló orvosmeteorológiai prognózist elkészíthessük, előbb egy olyan szinoptikai megalapozásra van szükség, amely a frontátvonulások szempontjából túlmege a 36 óras időtartamon, és pedig mind a múlt, mind a jövő irányában.

A szinoptikai diagnózisban és prognózisban kellő figyelmet kell fordítani a frontok harmadik főfajtajára, a *veszteglő* frontokra is. A veszteglő front fél napig, egész napig,

esetleg 2—3 napig is időzhet felettünk, vagy teljes mozdulatlanságban, vagy jelentéktelen helyváltoztatásokkal. A teljesen mozdulatlanul veszteglő front jelenlétekor frontátvonulási hatások nem lépnek fel, azonban a frontfelület alá eső területen meteoropathikus jelenségek éppennygy felléphetnek, mint a közeledő felsiklási front felhőernyője alatt. Ezenkívül mindenkor gondosan mérlegelni kell azt is, hogy a veszteglő frontokon gyakran képződnek fronthullámok, amelyek egymás után egy felsiklási és egy betörési frontnak a megjelenését és átvonulását jelentik. Ezért a hullámképződés ismert diagnosztikus előjeleit (légnyomás-süllyedés, aeroszinoptikai tünetek) nagy figyelemmel kell kísérni minden olyan esetben, amikor a diagnózis egy veszteglő front jelenlétét állapította meg.

Az okklúziók és *magassági frontok* a szinoptikai diagnózisban és prognózisban itt is éppennygy figyelembe veendőek, mint a talajmenti betörési és felsiklási frontok. Ezek a frontok eddigi tapasztalataink szerint meteoropathikus szempontból éppolyan hatékonyak, mint a talajmenti frontok. Náluk is csak akkor kétséges a hatékonyság, ha fejlettségük igen gyenge.

II. A szinoptikai diagnózisban és prognózisban különleges hely illeti meg a jelenlevő *levegőfajta* megállapítását, valamint 36 órán belül fellépő új *levegőfajták* előrejelzését. A meteoropathológia egyik megállapítása, hogy bizonyos pathológiai események bizonyos *levegőfajtákhoz* vannak kötve, így például *Kérdő István* kimutatta, hogy az asztmának bizonyos esete a szárazföldi hideg *levegőfajta* jelenlétében fenyeget rohamokkal. Az irodalom tanúsítja, hogy igen sok más meteoropathikus esemény, többek között a hirtelen halál sok esete is, ugyanennek a veszedelmes *levegőfajtának* a fellépése idején halmozódik. *A levegőfajták megállapítása és előrejelzése tehát nélkülözhetetlen eleme az orvsmeteorológiai prognosztikának.*

Ez a feladat nem azonos a frontátvonulások diagnózisával és prognózisával. A talajmenti frontok két oldalán ugyan más és más *levegőfajták* foglalnak helyet, például egy betörési front előoldalán egy melegebb és hátoldalán egy hidegebb *levegőfajtát* találunk; azonban többféle meleg *levegőfajta* és többféle hideg *levegőfajta* létezik (pl. a front előtt lehet szárazföldi meleg *levegő*, vagy tengeri meleg *levegő*, vagy tengeri hideg *levegő* is, amely csak viszonylag meleg a mögötte következő sarkvidéki *levegőhöz* képest). Ezért a frontok megállapítását még ki kell egészíteni az általuk elválasztott *levegőfajták* pontosabb minősítésével.

Ezenkívül azért is túlmegy ez a feladat az I. alatt tárgyalt frontológiai diagnózison és prognózison, mert a különféle *levegőfajtákat* nem mindig frontok választják el egymástól, hanem éppen olyan gyakran fellép köztük a határfelületek másik alakja, a *lesiklófelület* is.

III. Legyen szabad ennek kapcsán felvetnünk egy egészen új szempontot is, amelyet elsőízben ez év tavaszán, a Magyar Meteorológiai Társaság orvsmeteorológiai tanfolyamán elhangzott előadásban tettünk szóvá. Az orvosi szinoptika fejlődése abban az irányban halad, hogy a frontok mellett egy másik fogalom kezd igen fontos helyet betölteni: az úgynevezett *természetes szinoptikai időszak* fogalma. Ez a fogalom azonban benső kapcsolatban áll a frontokkal; lényegében a frontológiának továbbfejlesztéséből, kifinomításából származtatható. A természetes szinoptikus időszakok meteoropathiai jelentősége eddig az irodalomban nem kapott méltatást; minthogy új elgondolásról van szó, dolgozatunknak most következő különválasztott pontjában fogjuk ismertetni.

4. *A természetes szinoptikus időszakok váltónapjainak előrejelzése*

A természetes szinoptikus időszak fogalmát orvsmeteorológiai szempontból legkönnyebben következőképpen ismertethetjük. Az időjárás lepergése folyamán kisebb-nagyobb időközben követik egymást a frontátvonulások. Az egymásután átvonuló frontok sokesetben *frontsorozatokat* alkotnak, amelynyiben bizonyos számú front egymással nagyjában párhuzamos pályákon mozog, például 4—5 napon át minden front északnyugat felől délkelet felé

(vagy a pályák görbülsége folytán pl. északnyugat felől kelet felé) vonul át az országon. A *természetes szinoptikus időszak* olyan többnapos időközt jelent, amelyben a frontok vonulása ilyen közös szabálynak engedelmessé válik. A szinoptikai tapasztalás szerint a természetes szinoptikai időszak azáltal ér véget, hogy a frontok vonulási iránya bizonyos időpontban hirtelen megváltozik: ettől az időponttól kezdve a frontok vonulása más pályákon halad, pl. az északnyugat-délkeleti vonulási időszakot olyan új időszak váltja fel, amelyben a frontok megint csoportosan, de délről észak felé haladnak.

Két természetes szinoptikus időszakot néha szünet választja el egymástól, amelynek folyamán egyáltalán nem következik be frontátvonulás, és ez a frontmentes időszak kivételesen több napig is eltarthat. De gyakori eset az is, hogy nem áll be a két időszak közt ilyen nyugalmi állapot, hanem az egyik fajta pályán csoportosan mozgó frontokat azonnal nyomon követi (talán csak félnapos átmeneti idő mellett) az egészen más pályán lejátszódó vonulás időszakának megindulása.

A természetes szinoptikus időszakok létének mélyebb jelentősége lehet, véleményünk szerint, a meteoropathia jelenségcsoportjának elemzése szempontjából is. Tudvalevő, hogy a frontok a mi éghajlatunk alatt igen gyakran lépnek fel, egy év alatt többszáz frontátvonulás megy végbe felettünk, és tudvalevő az is, hogy ezeknek csak egy viszonylag kis hányada az, amely meteoropathiai szempontból valóban hatásosnak vagy veszedelmesnek mondható. Az Orsz. Meteorológiai Intézetben folyó adatgyűjtésünk és az orvosmeteorológiai kutatóktól érkező bejelentések alapján egyre több támasztékot találunk arra a feltevésünkre, hogy a meteoropathia jelenségeinek legalábbis igen jelentékeny része azokban az időpontokban lép fel, amelyekben az egyik természetes szinoptikus időszak átmegy a reákövetkező új természetes szinoptikus időszakba; különösen erős meteoropathikus hatások pedig valószínűleg akkor következnek be, amikor az egymást követő két szinoptikus időszak meteorológiai jellege nagyon eltér egymástól, pl. észak-déli frontvonulású időszakot egy dél-északi vonulású vált fel. Ilyenkor az új pályán futó legelső front átvonulása válthatja ki a legerősebb meteoropathikus következményeket.

Ezek a megfigyelések kívánatosá teszik, hogy az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat számára olyan szinoptikai előkészítést nyújtsunk, amely megállapítja és nyilvántartja a fennálló természetes szinoptikus időszakok jellegét, kiváltképpen pedig tájékoztatást ad a természetes szinoptikus időszakok elvégződésének időpontjáról, valamint az új szinoptikus időszak kialakulásáról (vagyis előrejelzi a szinoptikus időszakok *váltónapjainak* bekövetkezését), és előrejelzi az új természetes szinoptikus időszak keretében fellépő első frontátvonulást.

A közeljövőben gyűjtendő további tapasztalatok lesznek hivatva arra, hogy ellenőrizzék ennek az elgondolásnak a helytálló voltát, és megmutassák, hogy a megvalósítandó orvosmeteorológiai prognózisszolgálat számára valóban egy újabb pillért szolgáltat-e ez a gondolatmenet.

5. A szinoptikai előrejelző módszerek teljesítőképessége

A következő elvi kérdés, amelyet az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat előkészítése érdekében tisztáznunk kell: milyen megbízhatósággal lehet a szinoptika mai módszerei alapján a fentebb kijelölt meteorológiai prognózisfeladatokat megoldani?

A 3. pontban kitűzött prognosztikai feladatok közül (úgymint a frontok előrejelzése, levegőfajták előrejelzése és természetes szinoptikus időszakok

előrejelzése) egyik sem jelent új problémát a meglévő szinoptikai szolgálatok számára. Mind a három probléma az időjelző szolgálat napi feladatai közé tartozik. Kellő megoldásuk nélkül az időjelző szolgálat másfajta prognózisait sem lehetne elkészíteni. Ez annyit jelent, hogy új módszertani kérdéseket az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat szinoptikus része ezidőszerint nem támaszt, hanem a szinoptika, illetve aeroszinoptika meglévő módszereinek alkalmazását kell csak elvégezni.

Felmerül viszont az a kérdés, hogy ezek a módszerek mai fejlettségük mellett *milyen beválási biztonságot* nyújtanak.

Mint ismeretes, a Meteorológiai Intézet másfél napra szóló nyilvános időjelzéseinek beválását egy független bizottság állandóan ellenőrzi és beválási százalékokkal osztályozza. Az átlagos beválási eredmény 90% körül van.

Közelebbről elemezve azokat az eseteket, amelyek a teljes beváláshoz hiányzó 10%-os hibaeseteket okozzák, a következő megállapításokat tehetjük. Az előrejelzések hibái túlnyomórésben olyan esetekből származnak, amikor a szinoptikai helyzet olyan volt, hogy két egymással ellentétes továbbfejlődési lehetőség állt fenn. Például szolgáljon a következő konkrét eset. A szinoptikus az egymásutáni időpontokból készült munkatérképek és topográfiák egybevetéséből megállapítja, hogy egy hideg légbetörés fokozatosan közeledik az ország nyugati határához. Ez egymagábanvéve azt teszi valószínűvé, hogy a front behatol az országba és itt a jellegzetes frontátvonulási jelenségek egész sorát (lehülés, szélrohamok, záporoszerű csapadékok, nyáron zivatarok, erős fejlettség esetén jégesők, légtölcsérek stb.) idézi elő. Azonban a rendelkezésreálló legújabb térképen olyan tünetek mutatkoznak, amelyek a front előnyomulási sebességének lényeges csökkenésére utalnak és az aeroszinoptikai tünetek is arra mutatnak, hogy a front mozgása meglassul, sőt vesztelővé válása is bekövetkezhet, még mielőtt az ország területét elérhette volna. A fennálló helyzetnek tehát kétféle továbbfejlődése lehetséges: a front vagy behatol még az országnak legalábbis a nyugati területeire és ott lényeges időváltozást idéz elő, vagy nem hatol be, és akkor az időváltozás elmarad, sőt a front előtt uralkodó meleg praefrontális áramlás további erősödésére, a hőmérséklet további emelkedésére, vagyis éppen ellenkező időjárási jelleményekre van kilátás.

A szinoptikus ilyenkor a maga következtető munkája során mind a két időfejlődési lehetőséget mérlegeli és el kell döntenie, hogy a kétféle kifejtet közül melyik a valószínűbb. Ez a feladat sokszor sikerrel oldható meg. Bizonyos esetekben azonban előfordul, hogy a két fejlődési irány valószínűségeinek megítélésébe hibásan történik: a leggondosabb mérlegelés ellenére is olyan előrejelzés kerül kiadásra, amelynek egy része utólag hibásnak bizonyul.

Ez másszóval annyit jelent, hogy még a hibás prognózisok eseteiben sem szokott az időjárás alakulása a szinoptikus számára meglepetést hozni. A téves előrejelzések többnyire olyan esetekben lépnek fel, amelyekben a szinoptikus már eleve bizonytalanul érezte a saját állásfoglalását és bár tisztában volt azzal, hogy az időjárás kétféleképpen fejlődhetik, igyekezett a két lehetőség közül a valószínűbbiket megállapítani.

A kétféle továbbfejlődés valószínűségének megítélésében elkövetett hiba többnyire abból szokott állni, hogy egy meglassuló frontnak az átvonulása az ország egy részében elmarad, vagy gyengébb alakban következik be, mint ahogyan a prognózis kilátásba helyezte. Hogy éppen ez a hiba többször fordul elő, mint az ellenkezője, az abból származik, hogy a szinoptikusok kétes esetekben inkább a kedvezőtlenebb lehetőségre építik fel a kiadott előrejelzéseket, nehogy egy túl optimista prognózis a felhasználóknak kárt okozzon. A kötelező óvatosság ugyanis arra készteti az időjelző szolgálatot, hogy vitatható esetekben inkább a veszedelemesebb fordulat lehetőségére hívja fel az érdeklő gazdasági körök figyelmét.

A helyzet ezekszerint az, hogy másfél napon belül nem szokott olyan frontátvonulás előfordulni, amelyet a szinoptikus ne jelezzen előre. Ellenben előfordul időnként, hogy nem következik be egy olyan frontátvonulás, amelyet előre jeleztünk; vagy hogy a frontátvonulás lényegesen gyengébb alakban játszódik le, mint amilyennek vártuk.

Hasonló a helyzet azokkal a frontokkal is, amelyek nem készen kialakulva érkeznek meg az ország területére, hanem másfélnapos időszakon belül itt helyben keletkeznek. A frontogenetikus folyamatoknak ugyanis megvannak a figyelmeztető előjeleik, és ez lehetővé teszi idejénvaló előrejelzésüket. Azonban itt is előfordul néha az, hogy a levont következtetések túl pesszimistikusaknak bizonyulnak, a várt frontkeletkezés olykor egészen elmarad, vagy bekövetkezik ugyan, de gyengébb alakban, mint ahogyan a prognózis kilátásba helyezte.

Átterve a *levegőfajták előrejelzésének* lehetőségeire, ezt a kérdést rövidebben tárgyalhatjuk, mert a szinoptikus térképek mindenkor feltüntetik azokat az adatokat, amelyekből az ország közelebbi és távolabbi környezetében levő *levegőfajták* megállapíthatók és az, őket elválasztó határfelületek (részben frontok, részben lesiklófelületek) ugyancsak kielemezhetők. Hogy a nálunk fekvő *levegőfajta* helyébe mikor fog egy másik *levegőfajta* lépni, az attól függ, hogy mikor vonul át felettünk egy határfelület (vagy front, vagy lesiklófelület); a frontok előrejelzését azonban már az előbbiekben letárgyaltuk, és az ott elmondottak a lesiklófelületek előrejelzésére is érvényesek.

A harmadik szinoptikai feladat, a *természetes szinoptikus időszakok kezdetének és végének előrejelzése*, azok közé a prognosztikai problémák közé tartozik, amelyek megoldása nemcsak másfél napon belül, hanem 2—3 nappal előbb is többnyire elvégezhető. Ez több szerencsés körülmény összetalálkozásának köszönhető.

Egyrészt fennáll az a közelítő érvényességű tétel, hogy az egymást követő természetes szinoptikus időszakok hosszúsága bizonyos szabályosságot mutat. Jóllehet a természetes szinoptikus időszakok hossza általában elég tág határok közt változik (vannak mindössze 2—3 napos és vannak 2—3 hetes tartamú természetes szinoptikus időszakok is), mégis nem szokott előfordulni, hogy nagyon rövid és nagyon hosszú időszak közvetlenül egymás után következzenek. Két egymásutáni szinoptikus időszak hosszúsága 1—2 nap eltéréssel meg szokott egyezni egymással. A megelőző szinoptikus időszak tartamából tehát már előre várni lehet, napokkal előre is, azt az időpontot, amelynek közelében az új váltónapnak fekédnie kell.

Másrészt a természetes szinoptikus időszakok befejeződésének és az új időszak kialakulásának különböző akút tünetei is jelentkeznek, mégpedig főképpen az aeroszinoptikai anyagban. Ezek a tünetek pontosabb útbaigazítást adnak arról, hogy a már előre várt időszakváltás közelebről mikor fog bekövetkezni.

Míndezekkel az új szinoptikus időszakok beköszöntésének előrejelzése is meg van alapozva. Ennek meggyőződésünk szerint fontos szerep juthat az orvosmeteorológiai tájékoztatások kidolgozásában.

Összefoglalóan tehát azt állapíthatjuk meg, hogy a szinoptikai szolgálatok mai módszerei és mai teljesítőképessége megfelelnek azoknak a különleges követelményeknek, amelyek egy naponkénti rendszeres orvosmeteorológiai prognózisszolgálat szinoptikai megalapozásához szükségesek. A 90% közelébe eső beválási esélyek ehhez kielégítőnek bizonyulnak.

Még kedvezőbbé válik a helyzet, ha az orvosmeteorológiai szolgálat keretében nem a legvalószínűbb alakulás előrejelzését kívánjuk meg, hanem csak azt, hogy egy kedvezőtlen változás lehetőségére minden körülmények közt figyelmeztetést kapjunk. Ez úgynevezett óvatossági prognózisok készítését jelentené, amelyek — mint rögtön kifejtjük — még inkább megfelelnek az orvosmeteorológiai prognosztika követelményeinek.

6. Az előrejelzések kétféle alakjának szerepe az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat tájékoztatásában: valószínűségi és óvatossági prognózisok

Ismeretes, hogy az időprognózisok kétféle alakban készíthetők el: valószínűségi és óvatossági prognózisok alakjában. A *valószínűségi prognózisok* készítését az a szempont irányítja, hogy az elkerülhetetlenül előforduló hibák közelítőleg egyforma számban essenek úgy a kedvezőtlen, mint a kedvező időalakulás oldalára (egyforma számban forduljon elő, hogy az idő jobb lesz az előrejelzettnél, mint az, hogy rosszabb lesz). Az *óvatossági prognózis* ellenben úgy készül, hogy kétes esetekben mindig a kedvezőtlenebb lehetőséget emeljük ki (ún. figyelmeztető szolgálat), az előforduló hibák tehát itt majdnem mindig abban állnak, hogy az idő kedvezőbben alakul az előrejelzettnél.

A Meteorológiai Intézetnek a nagyközönség számára készülő nyilvános előrejelzései valószínűségi prognózisok alakjában készülnek, vagyis az a céljuk, hogy a bekövetkező időeseményeket lehető legjobban közelítsék meg és így menteseknek kell lenniük a túlzott óvatosságtól. Általában a gazdasági célokat, gazdaságos üzemi intézkedéseket szolgáló előrejelzések mind valószínűségi prognózisok kell, hogy legyenek.

Ezzel szemben vannak a Meteorológiai Intézetnek már eddig is különleges célú intézmények számára készülő prognózisai, amelyek — az illető szervek kívánsága folytán — óvatossági prognózis alakjában készülnek, vagyis hibáik szándékosan a kedvező oldalra esnek. Ilyen prognózisokat az Intézet olyan szervek számára készít, ahol emberéleteket vagy különösen nagy anyagi értékeket kell még a kevésbé valószínű veszedelmektől is minden körülmények közt megóvni. Ilyen jellegűek többek közt a légiforgalom számára készített meteorológiai tájékoztatások és előrejelzések, mert a légiközlekedésben mind emberéletnek, mind igen nagy anyagi értékeknek a biztonsága felett kell a meteorológiai figyelmeztető szolgáltatnak örködni. Ezekben az esetekben a gazdaságosság másodrendű szempont, a biztonság mindennél előbbre való.

Az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat kiépítése előtt el kell dönteni azt az elvi kérdést, hogy a szolgálat alapjául szolgáló meteorológiai prognózis vajon milyen típusú legyen: valószínűségi vagy óvatossági prognózis alakjában kell-e ezt elkészíteni. A magunk részéről semmi kétségünk nincs aziránt, hogy az *orvosmeteorológiai prognózis feladatainak túlnyomó része okvetlenül az óvatossági prognózisok körébe tartozik*. Feltétlenül ilyen jellegűnek kell lennie annak az orvosmeteorológiai tájékoztatásnak, amelynek alapján a betegek életét és gyógyulását érintő orvosi döntések történhetnek meg. Másrészt azonban az egészségügyi igazgatás körében történő felhasználásnál (rendkívüli orvosi készenlét előkészítése járványok várható fokozódása idejére, egészségügyi dolgozók munkaidejének beosztása és túlóráinak igénybevétele stb.) már túlzás volna az óvatossági prognózis szellemében dolgozni, itt már a valószínűségi prognózisok alkalmazása indokolt. Nyilvánvaló tehát, hogy az orvosmeteorológiai prognosztika területén is vannak egyes olyan kérdések, amelyekben valószínűségi prognózisok kidolgozására van szükség.

Eszerint az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat elsősorban óvatossági prognózis jellegű, azonban a szolgálatot ellátó orvosi szervnek bizonyos esetekben valószínűségi prognózisokra is szüksége van. Ennek gyakorlati megvalósítása úgy oldható meg, hogy az a szinoptikai tájékoztatás, mit az időjelző szolgálat nyújt az orvosmeteorológiai szerv részére, az óvatossági, figyelmeztető megállapítások megfelelő kihangsúlyozása után, egy külön részben megemlékezzék arról a lehetőségről is, hogy az időjárás bizonyos tekintetben kedvezőbbben is alakulhat és hogy az eltérés milyen mértékű lehet. Ezáltal az együttműködő orvosi szerv abba is beletekintést kap, hogy a kézhezvett óvatossági prognózisban milyen mértékű óvatossági elem foglaltatik benne: milyen mértékben tér el egymástól a helyzetnek óvatossági és valószínűségi szempontú megítélése.

7. Gyakorlati kérdések és időbeosztási terv

Miután a tervezett szolgálat meteorológiai részének tudományos alapjait körvonalaztuk, most áttérünk néhány következtetés levonására, amelyek a gyakorlati megvalósítást érintik.

Az időjelző szolgálat a maga bonyolult apparátusa miatt a Meteorológiai Intézet központi épületéhez van kötve. A hírszolgálati berendezések, géptávírók, rádióvevőállomás, a nagyszámú térképek, a szükséges tudományos és segédszemélyzet olyan sok követelményt támaszt, hogy azt máshol, mint a meglévő időjelző szolgálatban, kielégíteni nem lehet. Mihelyt azonban a meteorológiai diagnózis és prognózis készen van, nincs többé akadálya annak, hogy az orvosmeteorológiai intézmény telefon útján (vagy később talán géptávíró útján) megkapja a kész időjárásí véleményt, amelynek alapján azután ki tudja dolgozni az orvosi intézményeknek továbbítandó orvosmeteorológiai jelentést.

Az együttműködésnek azonban az a feltétele, hogy mind a két intézménynek megfelelő számú személyzete legyen. Az orvosmeteorológiai prognózisszolgálatot nem lehet egyetlen orvosra felépíteni. Olyan szolgáltatásról van szó, amelynek egész esztendőn át mindennap, tehát munkaszüneti napokon is, kongresszusok és kiküldetések tartama alatt is, betegségek és külföldi tanulmányutak idején is, fennakadás nélkül kell működnie. Ennek személyzeti feltételei a következők:

a Meteorológiai Intézet időjelző osztályában legalább egy olyan szinoptikus, aki napi munkaidejének felét ennek a munkakörnek tudja áldozni;

az együttműködő orvosmeteorológiai intézmény oldalán pedig, elgondolásunk szerint, minimális személyzeti szükségletként mutatkozik legalább két olyan orvos, akik egymást felváltva mindig rendelkezésre állnak, továbbá megfelelő segédszemélyzet: gépíró, gyorsíró és telefonkezelő.

Elgondolásunk szerint a szolgálatot ellátó orvosok feladata nem fejeződnék be a napi prognózis kiadásával és a hozzáfűződő konzultációk elvégzésével, hanem további fontos feladatok volna még az összes igénybevevő intézmények tapasztalatainak folyamatos feldolgozása, hiszen kutatási feladatok előtt állunk, amelyeket csak központi helyen, megfelelő felkészültséggel lehet megoldani.

A napi szolgálat időbeosztásának tervét a következőkben adhatjuk meg. Eldöntendő kérdés, milyen időpontban készíthetők el és adhatók ki a tervezett orvosmeteorológiai jelentések. A meteorológiai szolgálatok munkamódjából következik, hogy az időjárás helyzet fölötti legteljesebb áttekintést, amely a jövőbe legmesszebb nyúlik előre, a déli órákban lehet nyújtani. A sebészeti intézmények műtéteiket általában délelőtt szokták végezni, de a műtéti előkészítés többnyire előző délután és este kezdődik. Ennek a két szempontnak az összeegyeztetése azt teszi kívánatosná, hogy az orvosmeteorológiai szövegjelentés a kora délutáni órákban kerüljön kiadásra. Úgy véljük, hogy a belgyógyászati felhasználók számára kevésbé lényeges kérdés, vajon a naponta kiadásra kerülő tájékoztatások a napnak mely részében állnak rendelkezésre; ezért a szolgálat időbeosztásának kiindulópontjául fogadhatjuk el azt az elvet, hogy a kiadás a kora délutáni órákra essék.

Ennek alapján a szolgálat napi munkavázlata következőképpen alakulhatna:

1. A délelőtt folyamán, 8 és 11 óra között, a szinoptikai feldolgozó munkák az időjelző szolgálat jelenlegi kereteiben.

2. Délelőtt 11 és 12 óra között a reggeli nemzetközi munkatérkép teljes szinoptikai elemzésének befejezése.

3. 12 órától kb. 12 óra 30 percig az időjelző szolgálat ún. *időmegbeszélése*, amelyen a szinoptikusok az időjárás helyzetet és a jövőbeli kilátásokat részletesen megvitatják.

4. 12 óra 30 perctől kb. 13 óra 30 percig az orvosmeteorológiai prognózist készítő orvosi szerv részletes tájékoztatására szolgáló, írásban megfogalmazott intern jelentés megfogalmazása és ennek a szövegnek telefonon, teleprinteren vagy küldőnccel való továbbítása a szolgálat orvosmeteorológiai ágához. Ez a tájékoztatás leírja a meglévő időjárás helyzetet, a frontok és légtömegek elhelyezkedését és természetét; majd egy második, prognosztikus jellegű részében ismerteti a másfél napon belül várható változásokat, az időjárás általános alakulását, a frontátvonulásokat, a levegőfajták áthelyeződéseit, továbbá (ha erre kilátás van) a szinoptikus időszak lezáródására és az elkövetkező új szinoptikus időszak jellegére vonatkozó véleményét.

5. A megkapott részletes szinoptikai diagnózis és prognózis tanulmányozása alapján a szolgálat orvosi feladatait ellátó orvoskutató levonja az orvosi természetű következtetéseket; ezek alapján megfogalmazza és az érdeklődőknek telefoni úton kiadja az aznapi orvosmeteorológiai jelentést és ellátja a konzultációs telefonbeszélgetéseket. A szolgálatnak erre az ágára vonatkozóan természetesen orvosi részről kell a közelebbi terveket elkészíteni.

Az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat természetéből következik, hogy jelentései nem a nagy nyilvánosság számára készülének, hanem csakis orvosokhoz és orvosi intézményekhez juttatandók el. Éppen ezért az orvosmeteorológiai jelentéseket nem kötik a rövidegnek és a népszerű fogalmazásnak azok a követelményei, amelyek az időjelző szolgálat más ágaiban olyan szigorúan érvényesülő megszorításokat jelentenek. Az orvosmeteorológiai jelentések szükségképpen szaknyelven fognak szólni és a szakkifejezések használatának olyan tilalma, amilyennel a nagyközönség széles rétegei számára dolgozó prognózisszolgálat küzdök, itt nem merülhet fel.

Közelebbről, a szolgálat keretében a fentiek szerint kétféle jelentés készülne: egy szinoptikai jelentés, amely teljesen intern jellegű és csakis a szolgálat orvosi ágának tájékoztatására szolgál; és egy orvosoknak szóló kiadott jelentés. Az első jelentés szükségképpen használni fogja a szinoptika nélkülözhetetlen fogalmait és szakkifejezéseit, amelyek a helyzet teljes és szabatos leírásához szükségesek; az intern jelentés címzettje pedig (a szolgálat orvosi feladatait ellátó, meteorológiailag képzett orvos) birtokában lesz ezeknek a legszükségesebb meteorológiai fogalmaknak és kifejezéseknek. A második, orvos által készítendő jelentés már csak az orvosi körökben ismertnek tekinthető meteorológiai alapfogalmakat (frontok fajtái) és a közismert időjárási jelenségek neveit használná, de viszont szabadon használhatja az orvosi szaknyelv minden kifejezését, amely a tájékoztatás szabatoságához és részletességéhez szükséges.

A kifejezett elvekben látjuk azt az alapot, amelyen az orvosmeteorológiai prognózisszolgálat felépülhet.

Takáts István — Somogyi Endre:

Vizsgálatok a csecsemőkori hirtelen halál és az időjárásváltozások összefüggése kérdésében

Összefoglalás. Hirtelen meghalt csecsemők esetében a halál időpontját időjárási eseményekkel egybevetve, szerzők azt találták, hogy a halál az esetek nagy többségében időjárásilag zavart időpontban következett be. A hirtelen elhalálozást leginkább a melegebb légtömegeket hozó légtömegeserék (felsikló frontok, lesikló felületek) hozzák létre.

*

Исследования относящиеся к вопросам связи скоропостижной смерти младенцев с изменениями погоды. В случаях скоропостижной смерти младенцев сравнивая срок времени смерти с происшествиями погоды авторы нашли, что наступление смерти происходило в преобладающем большинстве случаев в такое время, когда погода была неупокоенная. Внезапная смерть вызывалась главным образом таким обменом воздушных масс, который приводил более теплые воздушные массы (фронты восходящего скольжения, поверхности нисходящего скольжения).

*

A teljes egészség, látszólagos jóllét közepette bekövetkező csecsemőkori hirtelen halál kérdése hosszú idő óta foglalkoztatja a kutatókat. Jelentőségét a felnőttkori hirtelen halállal szemben az is fokozza, hogy gyakran vetődik fel az idegenkezű beavatkozás lehetősége mellett a szülők, a gondozó személyzet és nem ritkán az orvos felelőssége is. A boncolások során gyakran csak csekély, vagy éppen semmitmondó anatómiai, szövettani, bakteriológiai elváltozásokat találunk, amelyek nem elegendők a hirtelen halál magyarázatára. A gyermekgyógyász klinikai képet vár, míg az igazságügyi orvosszakértő csekély szöveti elváltozásokkal is megelégszik. Szinte önmagától adódik tehát, hogy a hirtelen halál oksági kutatásában tovább kell mennünk az eddigieken és új szempontokat, főleg fizikai kórokokat is számításba kell venni. Ez a munka az igazságügyi orvosszakértő és a gyermekgyógyász szoros együttműködésén alapszik.

A szerzők egy része, *Merkel* [1], *Weyrich* [2], „különös diszpozíciót”, „konstitucionális anomáliákat” mint hirtelen halálra hajlamosító tényezőket tételez fel, mások a hirtelen beavatkozásoknak (széruminjekció, hirtelen vízbe-mártás, narkózis kezdete, izzasztó pakolás) tulajdonítanak jelentőséget

(*Gegesi Kiss—Flesch* [3]). *Móritz* különösen a heveny fertőzések jelentőségét emeli ki, de hogy a nem túlvirulens kórokozó mellett mi az oka a rapid, halálos kimenetelű lefolyásnak, azt sem ő, sem mások nem tudják megmagyarázni, csupán felteszik, hogy a csecsemő a baktérium-beözönlés szakában valószínűleg a vegetatív idegrendszer tónusállapotának hirtelen megváltozása, különösen a környéki keringésnek egyensúlyba nem hozható felborulása következtében hal meg.

Jelen körülmények között nem tekinthetjük feladatunknak, hogy a csecsemőkori hirtelen halál kérdésének kiterjedt irodalmát, a felfogások és magyarázatok különbözőségét, valamint egyikünk többéves vizsgálatainak tapasztalatait ismertessük. Csupán egy fontos és semmiképpen sem elhanyagolható kérdésről, a *csecsemőkori hirtelen halál és az időjárásváltozások összefüggése* kérdésében végzett vizsgálatainkról kívánunk beszámolni.

145 esetet vizsgáltunk az újszülöttkortól 2 éves korig, akik a Budapesti Igazságügyi Orvostani Intézetben kerültek boncolásra az 1951—1953-as években. Ezek a hirtelen halálesetek kizárólag olyanok, amelyeknél a halál bekövetkezését maradéktalanul megmagyarázó elváltozások (tüdőgyulladás, idegen test a légutakban stb.) nem szerepeltek. A diftéria heveny baktérium-beözönlési szakában meghaltakat itt nem tárgyaljuk, mivel *Gegesi Kiss* [4, 5] alapvető vizsgálatai óta ismeretes, hogy a korai diftériás szívhalált a heveny szakában a masszív toxinbeáramlás teljesen megmagyarázza.

Ismeretesek *Takácsy* [6] igen jó eredményei is, amelyek felnőttkori hirtelen halálesetek és időjárási tényezők szignifikáns összefüggését állapították meg, *Kérdő* [7] pedig a vegetatív idegrendszernek időjárási tényezők általi befolyásolhatóságát bizonyította számos új észleléssel, összefoglalva a szakirodalom erre vonatkozó adatait is. Mindezek alapján indokoltnak látszott megvizsgálni, hogy van-e összefüggés a meteorológiai tényezők és a csecsemőkori hirtelen halál között?

Az irodalomban *Jenni* [12] írt le időjárási tényezők következtében hirtelen csecsemőhalált. Hasonló értelemben írt *Ribadeau* [8], *Dumas* és *Mathieu* is a viharok szerepe címen. *Moro* [9] ekcémás csecsemők hirtelen haláláról számolt be és annak tavaszi halmazódását a vegetatív idegrendszer tavaszi túlingerlékenységével magyarázza.

Fiatal tudományágak, mint a meteoropatológia is, metodikai nehézségekkel küzdenek. Számunkra is ez képezte a munka főnehézségét, mivel úgy gondoltuk, hogy az eddig általában használt ± 52 órás Schelling*-féle időtáblázatok nem teljesen megfelelőek az összefüggések felderítésére, mert statikusan szemlélik az időjárás jelenségeit. Abban az esetben, ha az összes légköri történés merőben statikus, adatszerű tényező lenne és nem azt az állandó mozgást, összefüggést és folytonos változást képviselné, ami a frontok és légtömegcserék legfőbb sajátága, ebben az esetben a Schelling-módszer megfelelő lenne. Vannak ui. olyan helyzetek, amelyek Schelling-táblázaton egyáltalán nem jutnak kifejezésre, viszont alapos meggondolásra késztetnek a szervezetre való hatás szempontjából. Ilyenek: a légtömeg pusztja jelenléte,

* A Schelling-féle kiértékelő táblázatok a következő elv szerint készülnek: lineárisan ábrázoljuk a $\pm 52^h$ -ás idősavot, melynek 0 pontjába kerül a kérdéses időjárási esemény, jelen esetben a front, vagy légtömegcseré, azután a $\pm 52^h$ -ás időtartam egyes 8 órás szektoráiba bevezetjük az akkor bekövetkezett patológiás történéseket, esetünkben a hirtelen halálesetek számát. Ezt minden frontátvonulásra elkészítjük és a táblázatoknak megfelelő szektorait összegezve kapunk egy összesítő táblázatot. Ezen leolvasható, hogy a kérdéses kórtani esemény (halál, betegségkezdés, görcs stb.) a frontátvonulás időpontja körül halmazottan lép-e fel és hogy a halmazódás szignifikáns méretű-e.

légtömegcsere halmozódások, igen rövid ideig nálunk időző légtömegek, erős frontok elő- és utóperiódusa, rövid idő alatt sok front, illetve légtömegcsere. Ha pl. egy meleg légtömeg, amelynek minden lényeges fizikai tulajdonsága különbözik az előtte volt hideg légtömegtől, csak néhány óráig van nálunk és azután újra a megelőző hideg jön vissza, ez a vegetatív idegrendszerre hatalmas ingert jelent. Valószínű, hogy ilyenkor a meteorogén ingerek halmozódva is hatnak, és ha adott módon és időben következnek egymás után, a hatás rendkívüli nagy lehet. Természetes, hogy a biológiai hatás és hatásmechanizmus kutatása különleges igényekkel lép fel a meteorológiával szemben és többet kíván, mint a történések egyszerű regisztrálását. Mindezek kifejezésére a Schelling-módszer véleményünk szerint egymagában nem megfelelő. Ilyen meggondolások alapján metodikánk abban állott, hogy külön-külön minden esetben értékeltük a csecsemőkre ható összes időjárási elemet és azon esetekben, mikor mai tudásunk szerint biológiailag hatásos elemek szerepeltek a halál időpontja körül, az esetet meteorológiailag *pozitívnak*, ha ilyenek nem voltak megállapíthatók, meteorológiailag *negatív*nak minősítettük. Az I. táblázatban bemutatunk néhány ilyen kiértékelést, a

I. táblázat

+ eset				+ eset			
1. H. S.: 2 1/2 hó IV. 1. 15 ^h				2. W. J.: 3 hó. XII. 27. 11 ^h			
III. 30.	11-19	19 ^h : B ₂	mM	XII. 25.	7-15		aK
	19-3	23 ^h : B ₁			15-23		
III. 31.	3-11				23-7		
	11-19	17 ^h : B ₁		XII. 26.	7-15		
	19-3				15-23	18 ^h : F ₁	TM
IV. 1.	3-11				23-7		
	11-19	17 ^h : F ₁	TM*	XII. 27.	7-15	10 ^h : F ₁	TM
	19-3	21 ^h : B ₁	cK		15-23	19 ^h : F ₁	TM
IV. 2.	3-11				23-7	0 ^h : B ₁	mM
	11-19			XII. 28.	7-15		
	19-13				15-23		
IV. 3.	3-11				23-7	24 ^h : F ₂ , 5 ^h : F ₀	mW
	11-19			XII. 29.	7-15	14 ^h : F ₁	
* Erős légnyomás-nyugtalanóság							
+ eset				- eset			
3. P. B.: 2 hó. XII. 9 ^h				4. Z. S.: 4 hó. III. 24. 6 ^h			
XII. 26.	5-13		cK	III. 22.	2-10	3 ^h : B ₀	mM
	13-21	18 ^h : B ₀			10-18		cK
	21-5				18-2	2 ^h : F ₁	mM
XII. 27.	5-13			III. 23.	2-10	5 ^h : B ₂	mK
	13-21	14 ^h : F ₀			10-18	12 ^h : B ₀	
	21-5	2 ^h : F ₁	mW		18-2		
XII. 28.	5-13	8 ^h : B ₁	cK	III. 24.	2-10		
	13-21				10-18		
	21-5				18-2		
XII. 29.	5-13	13 ^h : B ₀		III. 25.	2-10	6 ^h : F ₁	TM
	13-21	20 ^h : B ₀			10-18	14 ^h : B ₁	mM
	21-5				18-2		
XII. 30.	5-13			III. 26.	2-10		

klinikai jegyzőkönyvek alapján. (Ezekben a hatásosnak ítélt légtömegcseréket vastag szedéssel közöljük. F = felsikló, B = betörési front, S = lesikló felület).

Az összes időjárás-tani elemek összevetése a halál időpontjával azt mutatta, hogy a pozitív esetek száma döntő módon meghaladta a negatívokat, ellenében azzal a negatív eredménnyel, melyet 1953-ban a csecsemőkori tüdőgyulladásokra vonatkozólag *Takáts* [10] talált. 112 esetben (81%) a hirtelen halál egybeesett az időjárási tényezőkkel. A meteorológiai faktorok hatását figyelembe kell tehát venni a hirtelen halál sokféle oka között. Sok konstitucionális, táplálkozási és fertőzéses tényező is szerepel, de ezek mellett a fizikai kórokokkal is kell számolni, fizikai kórok a frontfelületnek sokféle hőtani, mechanikai és főleg elektrofizikai hatása. Ezek adott esetben előmozdíthatják az egyéb okból megtámadott szervezet káros történéseit.

Felvetődhet a kérdés, elegendő-e ilyen aránylag csekélyszámú eset feldolgozása, nem kellene-e még eseteket gyűjteni és véleményt csak sokkal több eset után mondani? Erre a válaszuk az, hogy tekintetbe véve módszerünk teljesen új voltát, kiértékelési szemléletünk újszerűségét és a magas százalékot, amit pozitívnak találtunk, teljesen indokoltnak tartjuk, hogy már ennyi esettel is felhívjuk a szakemberek figyelmét erre az eddig teljesen figyelmen kívül hagyott tényezőre.

Eseteink kontrolljaként szerepelhet a 95 sorvadt csecsemő halálidőpontja szempontjából készített statisztikai összeállítás, ami arra az eredményre vezetett, hogy a halálidőpontok időjárási elemekkel nem függtek össze (*Takáts—Szénásy* [12]).

Közleményünk kereteit meghaladná, ha azokról az eredményekről óhajtanánk beszámolni, melyeket a légköri elektrofizikai történéseknek az idegrendszerre és a szervezetre való hatásmechanizmusa tekintetében a

II. Összesítő táblázat

Órakeret	1. + adatokból				2. - adatokból				3. összes frontokra		
	F	B	S	Σ	F	B	S	Σ	F	B	Σ
-52 ^h -44 ^h	7	9	4	20	2	3	0	5	6	16	22
-44-36	19	8	2	29	1	1	1	3	11	25	36
-36-28	9	9	2	20	4	3	0	7	8	13	21
-28-20	5	13	3	21	2	0	2	4	12	14	26
-20-12	10	10	4	24	1	1	1	3	12	23	35
-12-4	8	12	1	21	1	2	2	5	8	19	27
-4+4	1	12	4	17	1	0	1	2	17	20	37
+4-+12	5	11	5	21	2	3	2	7	11	11	22
+12-+20	7	11	7	25	3	0	2	5	6	20	26
+20-+28	9	6	2	17	3	1	1	5	6	19	25
+28-+36	5	11	2	18	2	3	2	7	6	16	22
+36-+44	7	12	3	22	0	4	1	5	13	17	30
+44 ^h -+52 ^h	5	11	3	19	2	3	0	5	6	18	24
$N-$	59	67	18	144	12	10	7	29	65	120	185
$N+$	38	68	24	130	12	14	8	34	57	111	168
$N = \Sigma$	97	135	42	274	24	24	15	63	122	231	353
$s = \sqrt{\frac{2N}{R}} \cong$	4,0	4,5	2,5	6,5	2,0	2,0	1,2	3,5	4,5	6,0	7,5
$A =$	18	7	6	12	4	4	2	5	11	14	16
$\frac{A}{s} \cong$	4,5	1,5	2,5	1,9	2,0	2,0	1,7	1,3	2,5	2,3	2,1

kutatók egész sora talált. Itt csupán egy összefüggésre kívántuk a figyelmet ráirányítani, ami szerintünk a modern patológiai szemlélet idején már egyáltalán nem elhanyagolható. Megemlítjük még, hogy 67 haláleset történt nappal (6—18^h), 78 pedig éjjel (18—6^h). Tapasztalatunk tehát nem látszik szignifikánsan megerősíteni a Garsche által felsorolt [11] Lewinson, Cramer, Jenni, Belák, Brückner, Illényi, Hess, R. L. Müller és mások vizsgálatait, hogy a csecsemőkori hirtelen halál a vegetatív tónushelyzet miatt főleg az éjjei és hajnali órákban következik be.

Eseteink közül a meteorológiaiilag pozitívokat összesítve és a döntőnek minősített légköri eseményekkel egybevetve a II. számú (Schelling-féle) táblázatban is közöljük. Ebből is kitűnik, hogy a csecsemőkori hirtelen halál esetek bekövetkezésére melegebb levegőt hozó légtömegcserék vannak elsősorban befolyással. Ezeknek rovatában ugyanis a —44 és —36 órák között a melegfrontok halmozódása észlelhető. Ugyanezt látszik bizonyítani a lesikló felületekre vonatkozó összesítés is. A betörési frontoknál ilyenfajta halmozódás nem jelentkezik. Éppen ezért úgy véljük, többet mond, ha az eseteket egyenként szemléljük és ítéljük meg. Erre a véleményre az említett 145 eset részletes vizsgálata révén jutottunk. A pozitív esetekben a halál időpontjának környékén mindenkor lényeges meteorológiai helyzetváltozást lehetett kimutatni, ami a negatív esetekben viszont mindig hiányzott.

A II. táblázatban egyébként feltüntettük az adatok matematikai statisztikai kiértékelését is. A szórás kiszámítására az $s = \sqrt{\frac{2N}{R}}$ képlet szolgált, ahol N az esetek (frontok) száma, R pedig a táblázat rekesszeinek száma (13). A-val az egyes oszlopokban mutatkozó legnagyobb különbséget és A/s-sel az ingadozás és a szórás viszonyszámát jelöltük. Ha ez a viszonyszám 2-nél nagyobb, akkor az összefüggés valószínűnek, ha pedig 3-nál is nagyobb, akkor biztosnak tekinthető. Láthatjuk, hogy biztos összefüggés csak a felsikló frontokra vonatkozólag adódik, a betörési frontokra nem. Lesikló felület esetében az összefüggés valószínűsíthető. Ugyanez áll az összes frontot tekintetbe vevő kiértékelésre is.

Az is látható a 4. oszlopokból, hogy a frontok összegezése esetén összefüggés nem adódik, bizonyítva, hogy a frontok fajtáinak megkülönböztetése a vizsgálatnál feltétlenül szükséges volt. Ellenkező esetben azt a téves következtetést vonhatnánk le, hogy nincs fronthatás.

(A budapesti Orvostudományi Egyetem I. sz. Gyermekklinikájának [igazgató: dr. Gegesi Kiss Pál egyet. tanár, akadémikus] és az Igazságügyi Orvostani Intézet [megbízott vezető: dr. Haranghy László egyet. tanár, akadémikus] közleménye).

IRODALOM

- [1] Merkel : Hdb. d. ger. Med. Springer, Berlin, 576, 1940.
- [2] Weyrich : Dtsch. Zeitschr. ger. Med. 22, 116, 1933.
- [3] Gegesi Kiss—Flesch : Orvosi Hetilap, 51, 1053—1056, 1939.
- [4] Gegesi Kiss : Orvostudományi Közlemények, 12, 345—350, 1941.
- [5] Gegesi Kiss : Orvosok Lapja, 27, 987—991, 1947.
- [6] Takácsy : Időjárás, 55, 199, 1951.
- [7] Kérdő : Időjárás, 55, 136—144, 1951.
- [8] Ribadeau—Dumas—Mathieu (Nobécourt—Babonneix kézikönyvében) : Traité de Medecine des Enfants, 1, 845.
- [9] Moro : Münch. Med. Wschr. 23, 6570, 1920.
- [10] Takács : Gyermekgyógyászat, 5, 177, 1954.
- [11] Garsche : Erg. d. innere Med. u. Kinderheilk. 139. I. 1949.
- [12] Takács—Szénásy : Gyermekgyógyászat, 4, 29, 1953.

Meteorológiai kutatómunka a Meteorológiai Intézetén kívül

Egy évkönyv került tiszteletpéldányként a kezünkbe: az egri Pedagógiai Főiskola kiadványainak II., 1956. évi kötete*, amely még akkor is érdemes lenne arra, hogy foglalkozzunk vele, ha erre előszavában nem is hívna fel minden országos tudományos kutatóintézetet. A benne foglalt tanulmányok között ugyanis kettő is van, amely Eger éghajlatának egy-egy elemét monográfia formájában feldolgozva mutatja be s e kettőn kívül még jónéhány olyan is, amelyben rendkívül érdekes éghajlati vonatkozások találhatók.

Az Előszó egyúttal kötelességünké is teszi a kötettel való foglalkozást, amidőn kijelenti, hogy „...sorskérdése a vidéki törekvéseknek az, hogy mennyire tudnak bekapcsolódni az országos tervekbe, mennyire kapnak biztatást és irányítást első-sorban a Magyar Tudományos Akadémiától, a tudományos kutató intézetektől. Csakis a velük való eleven kapcsolat mentheti meg munkánkat az elszigeteléstől és a fejlődés sodrából való kieséstől. De fontos ez a kutatás aktualitása, módszertani színvonala szempontjából is”. Ezt a mi álláspontunkat is fedő felfogást megerősíti az Előszónak a fenti gondolatmenetet továbbfejtő igen helyes megállapítása: „Úgy érezzük, hogy vannak problémák, melyeket éppen nekünk (vidéki egyetemeknek, főiskoláknak, tud. kutató intézeteknek stb. Szerk.) kell megoldanunk, mert nekünk esnek kezünk ügyébe.” Majd később: „A helyi jelleg magában véve még nem jelent provinciálizmust, de felidézi annak veszélyét, ha nem vigyázunk. Ezért nem szabad kirekesztenünk tematikánkból a magyar tudományos élet szempontjából is fontos téma-

köröket sem, ezért szorosan kapcsolódunk kell a tudományos kutatóintézetekhez. E törekvéseknek két oldala van: azt is el szeretnénk érni, hogy a tudományos központok a gazdagabb testvér szeretetével és bőkezűségével fogadják közeledésünket.”

Elfogadva a tudományos központoknak a segítségre mindig kész s csak a legritkábban gazdagabb testvérhez való hasonlítását, örömmel ismertetjük az egri főiskola Évkönyvét, remélve, hogy észrevételeink nyomán az egri főiskolában éppúgy, mint a többi vidéki hasonló intézetben, az öregebb testvért támogató, annak célkitűzéseibe bekapcsolódó kutatóintézményre lelünk.

A 644 oldalas kötet tanulmányai pedagógiai rendszerezési elvek szerint csoportosítva fellelik a szellemtudományok és a természettudományok minden ágát. Dr. Udvarhelyi Károly „Szemléltető rajzolás a földrajzoktatásban” c. tanulmánya — bár az oktatás és nevelés kérdéseivel foglalkozó fejezetben található — igen sok meteorológiai (főleg klimatológiai) példát használ fel legfőbb tételének igazolására, hogy ti. a földrajzi fogalmak megértéséhez a szemléltető rajzok jól felhasználhatók, még pedig annál nagyobb sikerrel, minél komplexebb fogalomról van szó. Mivel ilyen komplex fogalom a klimatológiában bőségesen van (ábrázolja is közülök a tanulmányban a főt, a csapadék térbeli eloszlását, a hőmérséklet magasságtól függő változásait, az ázsiai monszun jelenségét, a medence-éghajlatot, a természeti viszonyok — közöttük az éghajlat — és a gazdasági élet összefüggését stb.), a tanulmány tulajdonképpen igazolja azt a felfogást, hogy középiskolánkban a földrajztanítás keretei közé sorolt meteorológiai oktatás maradandó eredményt csakis a szemléltető rajzok széleskörű felhasználásával érhet el. Ez egyben figyelemzeti a meteorológus kutatókat arra,

*Acta Academiae Paedagogicae Agriensis, Tom. II., Eger 1956. Szerk.: dr. Bakos József. Hevesmegyei Nyomda Vállalat 40,5 A/1 szerk. iv.

hogy kutatási eredményeik szövegén kívül azoknak ábrázolási módja hatással van az oktatási munka sikerére is. Emellett az ábrázolandó témák helyes megválasztásának fontosságát is kiemeli ez a tanulmány, amelyhez hozzátesszük azt, hogy tankönyveink a szemléltető bemutatásra leginkább rászoruló meteorológiai fogalmak megértéséhez, a meteorológiai szakirodalomban fellelhető jó példák hiányában, egyáltalán nem vagy alig használják fel a rajzokat. Pedig pl. az elég jól, de általában egysíkúan ábrázolt földi-légkörzés nyugati szél-övéből a mérsékelt-övi ciklonok és anticiklonok fogalmát és ebből éppen Európa, vagy Magyarország időjárását leszármaztatni véleményünk szerint méginkább a szemléltető rajzok segítségével lehet. Tankönyveink ezen a téren a jól felkeltett érdeklődést a dolog természeténél fogva unalmas és nehezen érthető szövegekkel lohasztják le.

Az *Ifjú Természetkutató Állomás*-ok munkájában lényeges szerepe van a meteorológiai megfigyeléseknek. Ezt az Országos Meteorológiai Intézet gyakorlatából jól tudjuk. Ennek ellenére *Juhász Lajos*, *Vajon Imre* egy-egy tanulmányában erre még utalást sem találunk, pedig mindketten hangsúlyozzák a megfigyelésnek a természettudományokkal való foglalkozásban megmutatózó alapvető fontosságát. Ezt még akkor is hiányolnunk kell e két pedagógus egyébként igen jól megírt tanulmányából, ha azoknak nem a teljességre való törekvés volt a feladata.

A kötet II., nyelv-, irodalom- és történettudományi fejezetében igen érdekes, helyenként regényszerűen érdekfeszítő tanulmányokat találunk, természetesen meteorológiai vonatkozások nélkül.

A természettudományok köréből vett tanulmányokat tartalmazó III. fejezetben találjuk *Futó József* „Eger hőmérsékleti viszonyai” és *Zétényi Endre* „Eger csapadékvizonyai — különös tekintettel a szőlő- és gyümölcsstermesztésre” c. dolgozatait. A hőmérsékleti viszonyokkal foglalkozó tanulmány főleg az Országos Meteorológiai Intézet Évkönyveiben megtalálható egeri hőmérsékleti adatokból összeállított anyag alapján tárgyalja Eger éghajlatának hőmérsékleti sajátosságait. Megállapításai fölélik a közepes, szélső és gyakorisági értékekből kiolvasható jellemvonásokat, de ezek után — s ez valószínűleg ebben az esetben is a klimatológiai kutatómunka annyiszor tapasztalt vonásaként jelentkezik — mintha a szerző belefáradt volna az adatösszeállításba s annak interpretálásába, alig mond valami újat Egernek és környékének éghajlatáról, az ottani megfigyelések történetéről vagy a dolgozat tanulságait haszno-

sító jövőbeli fejlődés lehetőségeiről, vagy éppen követelményeiről.

A *csapadékvizonyokat* tárgyaló másik dolgozatnak már a címéből is (de csak a szöveg fölöttiből, a tartalomjegyzékben találhatóiból nem, ez utóbbi helyen ugyanis a kötőjel utáni alcím szerkesztési hiba folytán hiányzik), már több következtetés, a szerző által tett megállapítás várható. A dolgozat bevezetése igen helyesen utal egyrészt az éghajlat s benne a csapadékvizonyok és a mezőgazdasági termelés összefüggéseire, másrészt kiemeli az adatok mélyebb elemzésének fontosságát abban az esetben, ha egy adott hely, vagy táj termelési viszonyaira vonatkozólag óhajtunk felhasználható ismeretanyaghoz jutni. Ezután rögtön a befejezésre, illetve az azt követő táblázat- és grafikonanyagra ugorva megállapíthatjuk, hogy az igen jól, szemléletesen összeállított és használható tára Eger csapadékadatainak. De a bevezetés és befejezés között, talán ugyanolyan ok miatt, amilyent *Futó* tanulmányában is feltételeztünk, kevés új, Eger csapadékvizonyait az ország más vidékeitől megkülönböztető megállapítást találunk. Bár a tárgyalás során egyre-másra veti fel Eger szőlő- és gyümölcsstermesztésével kapcsolatos tényeket, problémákat (expozíció, peronoszpóra, sok eső okozta károsodások a szőlőfűrtőkön, gyümölcsökön stb.), mégis az ottani éghajlat kedvező vagy káros tényezőit ezekkel a problémákkal kapcsolatba hozni, az okozati összefüggéseket felderíteni megnyugtatóan nem sikerült neki sem.

A III. fejezet további tanulmányai érintenek ugyan meteorológiai, vagy klimatológiai kérdéseket, de annyira elrejtve tárgyaikban (pl. paleoklimatológiai kérdések a Bükk mészköveivel, időjárás és éghajlati hatások kimutatása a kukoricaneveléssel, vagy a tavak mikrovegetációjának kutatásával kapcsolatban), hogy ismertetésükre itt most nem térünk ki.

Befejezésül inkább az Évkönyv bevezetőjének szellemében rámutatunk arra, hogy véleményünk szerint igen helyes volt *egri évkönyvben* a nyelv-, irodalom-, történet- és természettudományok köréből az *egri vonatkozásokat* kiemelni (természetesen csak ott, ahol a tárgy természete ezt lehetővé teszi), s így a *meteorológiából* is az *egri jellemvonások* feltárására törekedni. Az ilyen törekvés kell, hogy képezze a jövőben is a vidéki kutatóintézetek, egyetemek, főiskolák fő feladatát. Ebben az esetben igen jól egészítik majd ki egymást az országos intézmények és a vidéki intézmények munkásságának eredményei.

De arra is rá kell mutatnunk, hogy a vidéki intézményekben folyó tudományos

kutatómunka igazán eredményes és hasznos akkor lesz, ha az országos intézmények munkájától függetlenül (de arról természetesen tudomással bírva) a helyi problémák, helyi történeti, gazdasági, és mindenekelőtt természettudományi előzményeit, összefüggéseit és sajátosságait fogják feltárni, s így szolgáltatnak értékes alapköveket az ország természeti viszonyainak még alaposabb megismeréséhez. A mi tudományunk szempontjából ez konkrétan azt jelenti, hogy egy-egy vidéki város, táj éghajlatát az ott fellelhető adatanyag

segítségével kell jellemezni (ebbe az adatanyagba beletartozik a városnak, vagy tájnak múltja, gazdasági élete, természeti viszonyai), s csak alátámasztásul szabad az Országos Meteorológiai Intézet publikált adatait felhasználni. Ebben az esetben a munka eredményéből egyaránt jut a vidéki és az országos intézményeknek is. Ezeket a gondolatokat előrebocsátva szeretettel üdvözljük az egri Pedagógiai Főiskola Évkönyveinek második kötetét.

Kéri Menyhért

Harminc évi törzsrétegek, mint éghajlat-jellemző számértékek

Valamely terület éghajlatának jellemzésére a klimatológia több-évtizedes átlagértékeket, ún. törzsrétegeket számít ki. Erre a célra a leggyakrabban 30 évi sorozatból származó középtértekeket szoktak használni. Az 1935. évben, Varsóban tartott nemzetközi értekezlet az 1901—1930 közötti évekből származó törzsrétegek kiszámítását és alkalmazását ajánlotta. A legtöbb ország ezt elfogadta és napjainkig általában használta is. A Meteorológiai Világszervezet 1956-ban újabb törzs-időszak bevezetésére tett javaslatot és végeredményben az 1921—1950 közötti 30 év alkalmazását határozta el. E törzs-időszak bevezetése mellett elsősorban az a körülmény szól, hogy igen sok államban (pl. a Közel-Kelet és Afrika országaiban, Mexikóban stb.) a rendszeres meteorológiai észlelések csak az első világháború után kezdődtek meg. Ezenfelül a Varsóban meghatározott törzs-időszaktól már 25 év választ el bennünket és így az — tekintettel az éghajlat-ingadozásokra — a jelenlegi éghajlati szakaszunk már kevésbé felel meg.

A klimatológus tisztában van azzal, hogy 30 évi törzsrétegek általában nem jellemezhetik tökéletesen éghajlatunkat, mert az éghajlat-ingadozások miatt ehhez a 30 évi megfigyelések sorozata túl rövid. 50—70 évi törzsrétegek, de méginkább a 100 éves átlagok alkalmazása esetén az éghajlat nyilvánvalóan pontosabban jellemezhető. Sajnos azonban ilyen hosszúságú, egyenmű sorozatok előállítására (különösen

világviszonylatban egységesen) igen nagy nehézségekbe ütközik. Ezért elégszünk meg 30 évi átlagokkal. Célszerű azonban megvizsgálni, hogy az éppen alkalmazott 30 évi törzsrétegek miképpen viszonylanak a hosszabb idejű átlagokhoz.

Ezt a munkát az 1901—30 időszak átlagaira vonatkozóan K. Knoch végezte el (Met. Rundschau, 1947.), megállapítva, hogy ennek a 30 évnek a választása nem volt túl szerencsés. Ebben az időszakban ugyanis a telek rendkívülien enyhék voltak, viszont a nyári félév (IV—IX.) igen hűvös. Különösképpen hűvös és csapadékos volt a szeptember, úgyhogy nálunk Magyarországon az őszi másodlagos csapadék-maximum is szeptemberre került, ami egyáltalán nem jellemzője éghajlatunknak, Knoch az 1851—1930, illetőleg az 1881—1930-as időszakok átlagértékeihez viszonyította a szóban forgó 30 évi normálértékeket.

Felmerülhet tehát az a kérdés, vajon az 1921—50 közötti évtizedek törzsréteke hogyan viszonylik részben az 1901—30 közötti normálértékekhez, részben pedig a hosszabb sorozatokhoz. Az utóbbi évtizedek időjárási rendelkezéseinek halmozódása ugyanis közismert.

A következőkben a budapesti megfigyelések alapján a három legfontosabb időjárási elemre (hőmérséklet, csapadék és légnymás) bemutatjuk a régebbi és az újabb 30 évi törzsrétegre vonatkozó összehasonlítást.

I. táblázat — Hőmérséklet, C°

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
1901—1930...	-0,4	1,0	6,3	11,0	16,6	19,7	21,6	20,8	16,3	11,1	5,0	1,5	10,87
1921—1950...	-1,0	1,1	6,0	11,6	17,0	19,9	22,3	21,3	17,3	11,4	5,9	0,8	11,14
Diff.	-0,6	+0,1	-0,3	+0,6	+0,4	+0,2	+0,7	+0,5	+1,0	+0,3	+0,9	-0,7	+0,3

A táblázat adatai azt mutatják, hogy az új törzsértékek szerint éghajlatunk általában melegebbé vált (évi középértékben 0,3 fokkal). Mindössze 3 hónapban mutatkozik hűlés: januárban, márciusban és decemberben. Szeptemberben és novemberben a legerősebb a melegedés, amikor

eléri az 1 fokot is. Ez utóbbi 30 év tehát kiegyenlítette az előző törzsátlagokban mutatkozó szeptemberi hűvösséget, illetve a decemberi enyhéséget.

Ha átlagértékeinket a 100 évi középértékekhez viszonyítjuk, akkor a következő eltéréseket nyerjük.

II. táblázat — ΔT 100, C°

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
1901—1930....	+0,7	+0,2	+0,7	-0,5	-0,1	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,1	+0,1	+1,1	0,0
1921—1950....	+0,1	+0,3	+0,4	+0,1	+0,3	-0,1	+0,3	+0,1	+0,5	+0,2	+1,0	+0,4	+0,3

III. táblázat — Csapadék, mm

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
1901—1930....	37,5	34,7	44,7	57,6	64,9	67,8	53,0	46,2	54,8	52,6	53,7	55,0	622,5
1921—1950....	41,9	45,0	40,2	52,4	69,1	70,3	46,7	50,1	35,6	58,0	70,1	44,3	623,7
Diff.....	+4,4	+10,3	-4,5	-5,2	+4,2	+2,5	-6,3	+3,9	-19,2	+5,4	+16,4	-10,7	+1,2

Ezekből a számokból is az derül ki, hogy a két 30 évi átlag meglehetősen ellentétes viselkedésű.

A III. és IV. táblázatban a csapadékviszonyok változását találhatjuk. (Az átlagok levezetésére a *Réthly*: Budapest éghajlata. 1947. c. műben közzétett, homogenizált adatokat használtuk fel.) Évi összegen nincs eltérés a két időszak

törzsátlagai között, ellenben február, szeptember, november és december hónapokban annál inkább. Február és november igen lényegesen csapadékosabbá váltak, szeptember és december viszont szárazabbakká. Itt is igen feltűnő a szeptemberi éles éghajlati fordulat. Az erős eltéréseket a 100 évi átlaghoz viszonyított különbségekben is megtalálhatjuk.

IV. táblázat — ΔR 100, mm

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
1901—1930....	-2,2	+0,2	+0,3	+4,7	-0,5	-1,3	+1,0	-4,1	+8,5	-2,4	-3,5	+5,4	+0,1
1921—1950....	+2,2	+10,5	-4,2	-0,5	-2,3	+1,2	-5,3	-0,2	-10,7	+3,0	+12,9	-5,3	+1,3

V. táblázat. Légnyomás, mm (130 m)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
1901—1930....	753,54	51,97	49,75	48,02	49,47	49,28	49,23	49,97	51,82	51,90	51,73	51,48	750,68
1921—1950....	752,88	51,36	50,76	48,59	49,04	49,56	49,44	49,93	51,81	51,65	51,74	52,43	750,77
Diff.....	-0,66	-0,61	+1,01	+0,57	-0,43	+0,28	+0,21	-0,04	-0,01	-0,25	+0,01	+0,95	+0,09

A légnyomásviszonyokat feltüntető V. táblázat tanúsága szerint a légnyomás-változások és a csapadék változásai meglehetősen összhangban állanak. Ez különösen február, március és december hónapokra áll, viszont szeptember és november légnyomása nem mutatja azt a változást, amit a csapadékviszonyok megváltozása szerint várhatnánk. Igen érdekes a március légnyomásának megnövekedése, valamint szárazabbá és hűvösebbé válása. Ez a hónapunk tehát újabban teljesebb jellegűt öltött. Ezzel szemben az áprilisok magasabb légnyomás mellett melegebbé váltak. (Mindezek a megállapítások csak kb. 1952-ig érvényesek, mert 1953 óta a hűvösödés áprilisban is megtörtént.)

A légnyomásviszonyokat több hazai állomás adatai alapján is megvizsgálva, azt találtuk, hogy a légnyomás emelkedése általában nyugat—északnyugat felől kö-

vetkezett be, tehát az azóri léghalmaz erősödése következtében. Ez főként márciusra és decemberre áll. Érdekes viszont ezzel szemben, hogy a megvizsgált három vidéki állomás (Magyaróvár, Mecsekszabolcs és Debrecen egyneműnek tekinthető sorozatai) szerint a csapadék északon nőtt, délen viszont csökkent. A csökkenés délen főként a tavaszi és a nyári hónapokban következett be. Debrecenben az V—VIII. időszak csapadékosabb lett, megcáfolva az Alföld fokozatos kiszáradásáról vallott nézeteket. — A február és a november csapadékosabb jellege mind a 4 állomásban egyöntetűen jelentkezik. Legnagyobb mértékben Mecsekszabolcsban és Budapesten, bizonyítva éghajlatunk mediterránabb jellegét az utóbbi évtizedekben. Az 1901—30 közötti időszak éghajlata határozottan atlanti, óceáni jellegű volt (enyhe tél, hűvös nyár).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
v	0,45	0,23	0,47	0,40	0,48	0,44	0,22	0,24	0,22	0,31	0,34	0,59	0,14
A	1,9	0,9	1,6	1,4	1,6	1,2	0,9	0,7	1,0	1,0	1,5	2,0	0,64

VI. táblázatunkban évtizedes közepek alapján számított 30 évi átlagok közepes eltéréseit (v), valamint a szélső ingásokat (A) adjuk, éspedig a hőmérsékletnek az 1811—1950 közötti időszakra vonatkozó budapesti sorozata alapján. (Az 1809 előtti kiegészítése a hiányos sorozatnak nem sikerült egészen, mint arra *Berényi D.* rámutatott, ezért ezeket az adatokat

kihagytuk az összehasonlításból.) Az átlagos eltérések általában 0,2 és 0,6 C fok között vannak. Legnagyobb decemberben, legkisebb júliusban. A szélső ingások 1—2 fokra rúgnak és menetik az év folyamán nagyjából párhuzamos az átlagos eltérésekével. A legkisebb érték azonban augusztusban jelentkezik. De még az évi törzsátlagok ingása is meghaladja a fél fokot.

VII. táblázat — 30 évi középhőmérsékletek, C°

Időszakok ...	1811—40	21—50	31—60	41—70	51—80	61—90	71—00	81—10	91—20	01—30	11—40	21—50	K
Évi átlag	10,96	10,95	10,78	10,92	10,82	10,69	10,50	10,57	10,70	10,87	10,95	11,14	10,82

A VII. táblázatban az évi közepes hőmérsékletek átkaroló 30 évi átlagait közöljük, annak szemléltetésére, hogy az elmúlt 130 év folyamán éghajlatunkban egy teljes hullám jelentkezett. A hullám völgye az 1880-as évekre esett, maximumai pedig az időszak elejére és végére tehető, amennyiben ez egyáltalában eldönthető.

Az említett hullám azonban a téli hónapokban nem jelentkezik, csak április és november hónapok között. Decembertől márciusig inkább fokozatos melegezés mutatkozik a 130 év folyamán. Ez a melegezés azonban az utóbbi évtizedekben

már túljutott maximumán és ismét a telek hűlése lép előtérbe. A fordulat az 1911—20-as évtizedben volt.

Láthatjuk tehát, hogy éghajlatunkat 30 évi átlagértékekkel csak meglehetősen tökéletlenül jellemezhetjük, mégpedig az éghajlatingadozások következtében jelentkező tetemes szórás miatt. Éppen ezért helyes elhárítani a Meteorológiai Világszervezet azon határozata is, hogy egy-egy évtized elmúltával mindig a legutolsó 30 év átlagértékeit kell majd éghajlati törzsérték gyanánt használni. Így közelebb maradjunk a folyó éghajlati jelleghez, ami főként mezőgazdasági szempontból döntő.

Berkes Zoltán

Mikrometeorológiai mérések termisztorral

A közvetlen talajközeli légtér hőmérsékleti rétegződésének vizsgálata elsősorban mérés technikai szempontból jelent problémát. A feladat, a jelek szerint a *kis tehetetlenségű gyöngytermisztorokkal* sikeresen megoldható, amelyek gondos kezeelés esetén nagy pontosságot biztosítanak.

A talajközeli légréteg egy különös jelenségének elemzésére irányult *J. V. Lake* vizsgálata, amelyről a *Quarterly Journal* 1956. áprilisi számában olvashatunk. Az ismertetett mérések szerint: csupasz talaj fölött az éjszakai hőmérsékleti minimum nem a felszínen, hanem ismételt feljebb, kb. 5—10 cm magasságban következett be. A mérést egyetlen védőbúra nélküli gyöngytermisztorral végezték 0,5, 1, 5, és 10 cm magasságban. A termisztor egy hosszú pálcza segítségével először a legalsó szinten helyezték el. A hőmérsékleti egyensúly beállítására vártak 30 másodpercet, majd 1 percen keresztül

5 másodpercenként egy-egy mértést végeztek. Ezután a termisztor átelyezték a következő rétegbe. 30 másodperc után kezdődött a második mérési sorozat, és így tovább, mindaddig, amíg a 10 cm-es szinten is elvégezték a mérést. Ezután egy ellenőrzést iktattak be 120 cm-en. Félórán belül az egészet négyszer ismételték meg, és így minden szintről 52 adatot kaptak, az ellenőrző szintről pedig négyet.

Az idézett munka a vizsgálat tárgya és a mérés módszere tekintetében egyaránt szorosan kapcsolódik *martonvásári feladatainkhoz*. Az említett hőmérsékleti rétegződést minimumhőmérőkkel végzett mérések alapján *Kozma Ferenc* már múlt évben kimutatta. 1956 októberében került először sor arra, hogy a jelenséget termisztorok segítségével alaposabban megvizsgálhassuk. Méréseink eredményei igazolják *J. V. Lake* megállapításait.

Czelnai Rudolf

A függőleges légmozgások formáiról

A légköri folyamatok fejlődésében fontos szerepet töltenek be a függőleges légmozgások. Az ilyen légmozgások erősen befolyásolják a légrétegződés változását, általuk adódik át egyik légrétegről a másikra a kinetikai, a potenciális és a belső energia, továbbá döntő tényezői a felhős és csapadékképződés folyamatainak.

Függőleges mozgásokat a légkörben különböző okok idézhetnek elő: ageosztrofikus áramlásból származó vergencia, termikus és dinamikus konvekció, illetve turbulencia stb. A különböző eredetű függőleges mozgások jellegükben (sebesség, térbeli kiterjedés, időbeli állandóság stb.) eltérők és különböző társulásban léphetnek fel. Ebből nyilvánvaló, hogy az időjárás jellegére és a légköri folyamatokra gyakorolt hatásuk ugyancsak eltérő.

Így például a nemstacionárius (ageosztrofikus) mozgásból eredő vertikális áramlások a légköri képződmények területének megfelelő térségre terjeszkednek ki, időben és térben viszonylag kevésbé változnak. A termikus turbulenciából származó mozgások ezzel szemben a földfelszínnek csak kis darabját ölelik fel, időben és térben erősen változnak, ugyanakkor mindkét mozgásforma átfogja a troposzféra jelentékeny részét. Amíg a nemstacionárius okokból származó vertikális feláramlások kialakulása és fejlődése független az évszaktól és napszaktól, addig termikus áramlások csak a meleg félévben és a nappali órákban lép fel. A nagy területet átfogó rendezett, ageosztrofikus feláramlások sebessége (1–10 cm/sec) általában századrésze a vízszintes mozgások sebességének (10 m/sec), ezzel szemben a szűk területre korlátozódó, rendezetlen, konvektív mozgások sebessége ugyanolyan nagyságrendű, mint a horizontális mozgásoké. E két mozgásformához viszonyítva a turbulencia okozta függőleges mozgások időben és térben még instabilisabbak, nagy területet ölelhetnek fel, de vertikális kiterjedésük kicsiny, rendszerint a troposzféra alsó rétegére (1–2 km) korlátozódnak.

Az említett három mozgásforma különböző felhős és csapadékképzést alakít ki. A vergenciális feláramlások hatalmas As-Ns felhőrendszerrel kapcsolatos tartós csapadékokat idéznek elő, a konvektív feláramlások gomoly- és zivatarfelhők kialakulását és zivatartevékenységgel kísért záporosított hoznak létre, míg a dinamikus turbulenciából eredő feláramlások a téli félévben réteges felhőzetet, esetleg szitálást okoznak.

A vertikális mozgások nagyságát csak elméleti úton határozhatjuk meg, mert közvetlen mérésük módszere még kidolgozatlan. Ami az eddigi számítási módszereket illeti, azok még távolról sem korszerűek, nagy részük több lényeges egyszerűsítést tartalmaz, így a nyert eredmények sok esetben nem felelnek meg a valóságos légköri mozgásformáknak. Ennek ellenére a jelenleg kidolgozott elméletek a vertikális mozgások következő alapvető formáinak megkülönböztetését és kiszámítását teszik lehetővé:

a) sűrűlódási vergenciából eredő feláramlás a talajközeli légrétegekben;

b) a szabad légkörben fellépő nemstacionárius mozgások okozta feláramlás, melynek oka az, hogy a tényleges szél eltér a geosztrofikus széltől;

c) a frontfelületek mentén belső sűrűlódásból származó vertikális mozgás;

d) a fronton a hideg és meleg levegő sűrűségkülönbsége folytán keletkező függőleges mozgás;

e) a hőmérsékleti advekcióval összefüggő vertikális mozgás;

f) a talajfelszín egyenlőtlen felmelegedése következtében a termikus turbulenciából és konvekcióból származó feláramlás;

g) a dinamikus turbulenciából eredő feláramlás, melynek oka a vertikális irányú szélnyíródás.

Mint említettük, a felsorolt vertikális mozgásformák idő- és térbelileg különböző előjelűek és intenzitásúak lehetnek, emellett különböző társulásban léphetnek fel. Egyesek önállóan, más mozgásoktól függetlenül is létrejöhetnek, míg mások csak bizonyos önálló mozgásformákkal együtt léphetnek fel. A sűrűségben beállott szakadásból és a frontális sűrűlódásból származó vertikális mozgások például nem jöhetnek létre önállóan, hanem csupán a fronttevékenységgel összefüggő ageosztrofikus feláramlásokkal kapcsolatban, kialakulásuk tehát ciklonképződési folyamatot tételez fel.

A vertikális mozgások értékelésére kidolgozott formulákból számított mennyiségeknek nem annyira az abszolút értéke, hanem inkább időbeli változása érdemel figyelmet, minthogy az utóbbi elég nagy pontossággal jellemzi a légköri folyamatok intenzitásának változását.

Felhős és csapadékképződés szempontjából legnagyobb jelentőségűek a sűrűlódási és szabadlégköri vergenciából eredő

rendezett vertikális mozgások. Mint ismeretes, a rendezett függőleges mozgások sebessége a

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

folytonossági egyenlethől határozható meg. Ha feltételezzük, hogy a levegő sűrűségének időbeli és horizontális irányú változása kicsiny, az $u \frac{\partial \rho}{\partial x}$, $v \frac{\partial \rho}{\partial y}$ értéke elhanyagolható, a Coriolis paraméter állandó, továbbá a függőleges sebesség a földfelszínen zérus, akkor

$$w = - \int_0^z \left(\frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial v'}{\partial y} \right) dz, \quad (2)$$

ahol u' és v' az ageosztrofikus szél összetevői. E szerint — némi elhanyagolással — a rendezett függőleges mozgásokat a szél ageosztrofikus összetevőinek divergenciája okozza.

E módszer elvi alapjában figyelemre méltó, hogy a szabad légkörben a szél eltérését a geosztrofikus szélről a folyamatok nemstacionárius volta idézi elő, maguk az eltérések azonban mint a geosztrofikus szél összetevőinek teljes differenciálhányadosai határozandók meg. Ez azzal a feltevéssel egyenértékű, hogy a szél minden rögzített időpontban és a tér valamennyi pontjában geosztrofikus. A geosztrofikus szélről való eltérés annak folytán jön létre, hogy a geosztrofikus szél egyrészt a tér egyik pontjától a másikig, másrészt az időben változik.

Az áramlási tér megfelelő ismeretének hiányában a vertikális légmozgások értékei a nyomási mező alapján is meghatározhatók. Ebben az értelemben *A. F. Djobjuk* a feladat eléggé általános és teljes megoldását adta. A sűrűlési réteg felső határán a vertikális sebességre *Djobjuk* az alábbi kifejezést kapta:

$$w = a_1 \Delta p_0 + a_2 \frac{d}{dt} \Delta p_0 \quad (3)$$

ahol p_1 a tengerszintre átszámított légnyomás, a_2 és a_0 állandó pozitív együtthatók, Δ a Laplace operátor. A (3) formula első tagja a sűrűlési vergenciájának, a második tag a sűrűlési réteg ageosztrofikus szélesszétvői vergenciájának hatását tartalmazza; az utóbbi tehát a horizontális légmozgás gyorsulását fejezi ki.

A sűrűlési rétegen kívül fekvő tetszőleges z szinten a vertikális sebességet a következő formula fejezi ki:

$$w_z = a_1 \Delta p_0 + a_2 \frac{d}{dt} \Delta p_0 + a_3 \frac{d}{dt} \Delta \bar{p}. \quad (4)$$

A (4) egyenlet jobboldalának első két tagja azonos a (3) egyenlet jobboldalával, míg a harmadik tag a sűrűlési réteg fölötti horizontális légmozgás gyorsulásának hatását tartalmazza. \bar{p} a magasság szerint közepelt nyomást jelenti a sűrűlési szinttől addig a z magasságig, amelyre a függőleges sebességet meghatározzuk; a_3 állandó pozitív együttható.

A (4) formula lehetővé teszi, hogy a nyomási mező és annak időbeli változása alapján következtessünk a vertikális mozgások jellegére és nagyságára.

Mint ismeretes, a nyomási mező Laplace operátora az izobárfelület közepes görbületét jellemzi. Ha az y tengely az izobár érintőjének, az x tengely az izobár normálisának irányába mutat, akkor

$$\Delta p = \frac{\partial^2 p}{\partial n^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial n},$$

ahol n az izobárhoz vont normális (pozitív az iránya, ha a magas nyomás felé mutat), $1/r$ az izobár görbülete, $\partial p / \partial n$ a légnyomás aszcendense, $\partial^2 p / \partial n^2$ az izobárok sűrűségének változása a normális irányában.

Az elmondottakból következik, hogy ciklonokban a nyomás Laplace operátora pozitív lesz ($\Delta p > 0$), mert az izobárok görbülete pozitív ($1/r > 0$) és a magas nyomás irányában sűrűsödnek ($\partial^2 p / \partial n^2 > 0$). Pozitív lesz a nyomás Laplace operátora a nyomási teknőkben is, kivéve azokat, amelyek a ciklontól távol vannak. Ezekben az izobárok ciklonális görbületűek ugyan, azonban a magas nyomás felé ritkulnak ($\partial p / \partial n^2 < 0$). Az operátor értéke ciklonokban és teknőkben annál nagyobb, minél nagyobb az izobárok görbülete és minél erősebben sűrűsödnek a magas nyomás irányában. Anticiklonokban és nyomási gerinceken fordított a helyzet, $\Delta p < 0$, mert az izobárok negatív görbületűek ($1/r < 0$) és az alacsony nyomás felé sűrűsödnek ($\partial^2 p / \partial n^2 < 0$).

A (4) formulában szereplő $d \Delta p / dt$ a nyomás Laplace operátorának időbeli változását jelenti mozgó légrézecsckére. Ennek előjelére a nyomási képződmények fejlődésének jellege alapján következtethetünk. Ha a ciklon vagy a nyomási teknő profilja erősödik, akkor $d \Delta p / dt > 0$, ha pedig az anticiklon vagy a nyomási gerince profilja erősödik, akkor $d \Delta p / dt < 0$. Ellenkező esetben fordítottak a viszonyok. $d \Delta p / dt$ abszolút értéke annál nagyobb, minél erőteljesebb a nyomási képződmények fejlődése, illetve minél jobban változik a nyomási teknők és gerincek profilja.

A (4) formulából az következik, hogy a talajközeli sűrűlés hatására (a jobboldal első tagja) a ciklonokban és nyomási

teknőkben feláramlást, anticiklonokban és gerincek területén leszálló légmozgást találunk. Az áramlás sebessége annál nagyobb, minél fejlettebbek a képződmények, vagyis minél nagyobb *Dp*. Ez más szóval azt jelenti, hogy a sűrűlődből származó vertikális mozgások sebességének abszolút értéke a nyomási képződmények erősödésével növekszik, gyengülésével csökken.

A (4) formula jobboldalának második és harmadik tagja azt mutatja, hogy a vertikális mozgások közvetlen kapcsolatban vannak a nyomási képződmények cirkulációjának változásával. Eszerint ha a ciklon mélyül, vagy a nyomási teknő profilja erősödik, a horizontális mozgás gyorsulása feláramlást, az anticiklon vagy nyomásos gerinc profiljának erősödése leáramlást idéz elő és viszont.

Az elmondottak értelmében a talajközeli sűrűlődből eredő vertikális sebességek előjelben megegyeznek a nemstacionárius okok által kiváltott sebességekkel.

Miután a sűrűlődből és a geosztrófikus mozgásból származó függőleges sebességek közvetlen összefüggésben vannak a nyomási képződmények fejlődésével, az utóbbiakat pedig a légnyomás dinamikus változásai idézik elő, ezért a függőleges sebességek előjelére és intenzitására minőségileg következtetni lehet a dinamikus nyomásváltozás jellegéből és intenzitásából is. A dinamikus nyomásnövekedés (anticiklon-képződés) leszálló légmozgás, a dinamikus nyomáscsökkenést (ciklon-képződés) felszálló légmozgás kíséri. A dinamikus nyomásváltozások az individuális és lokális frontképződéssel és frontfeloszlással kapcsolatosak, így a vertikális mozgások, a dinamikus nyomásváltozások és a frontképződési folyamatok kölcsönös összefüggésben állnak egymással. Ennek az összefüggésnek a felfedése a korszerű szinoptikus meteorológia egyik lényeges vívmánya.

A nyomási mező profiljától függő vertikális mozgások a ciklonok, anticiklonok, teknők és gerincek területén azonos irányúak, az említett képződmények területére terjednek ki és mindaddig megtartják irányukat, amíg az izobárok, illetőleg az abszolút topográfiai izohipszáinak görbülete ellenkezőre nem változik. Ezért az ilyen típusú mozgásokat rendezett függőleges mozgásoknak nevezhetjük.

A (4) formulából az is következik, hogy az erősödő ciklonokban és teknőkben fekvő frontok területén rendezett feláramlást, az erősödő anticiklonok és gerincek területén elhelyezkedő frontokon rendezett leáramlást találunk.

A függőleges sebességek következő formája a frontfelületen a meleg levegő fel-siklásából származó sűrűlődas által keltett vertikális feláramlás. A sűrűlődas oka a meleg és hideg levegő sebességének különbsége. A *F. Djubjuk* komplex alakú mozgásegyenletek megoldásával formulákat kapott az ilyen típusú vertikális mozgások kiszámítására. A formulák levezetésénél *Djubjuk* feltételezte, hogy a) az izobárok görbületének hatását kizárhatjuk, ha a front területén egyenesvonalú izobárok törését tételezzük fel és a nyomási gradienst a front alatt és a front fölött mind horizontális, mind vertikális irányban állandónak vesszük; b) elhanyagoljuk a hideg és meleg levegő sűrűségének különbségét; c) kizárjuk a talajfelszíni sűrűlődas hatását.

A meglehetősen bonyolult szerkezetű formulákból az alábbi eredmények következnek:

1. a fronton a vertikális sebességek értéke zérus;
2. a front fölött a meleg levegőben feláramlás történik, melynek értéke bizonyos magasságig növekszik, azután csökken;
3. a front alatti hideg levegőben leáramlás van, ennek sebessége valamilyen magasságban eléri a maximumot, majd a talajfelszín felé haladva csökken.

A belső sűrűlődből származó függőleges sebességek nagysága egyenesen arányos a frontfelület hajlásával és a nyomási gradienseknek a front normális irányába eső összetevőivel. A kapott formulák alapján *Djubjuk* egy esetre kiszámította a belső sűrűlődből származó függőleges sebességek eloszlásának profilját a frontfelület mentén. Ha a frontfelület a talaj fölött 1000 m magasan helyezkedik el, hajlásszöge 0,01, a nyomási gradiensek normális összetevőinek értéke 5 mb/100 km, a belső sűrűlődas együtthatója 5 kg m⁻³sec⁻¹, akkor a függőleges sebességek maximuma a front fölött és alatt egyaránt 225 m távolságra található, értéke 13,4 cm/sec.

Djubjuk formuláiból az következik, hogy minél élesebben kifejezett a fronttal összefüggő teknő, annál nagyobbak a frontövezetben a sűrűlődas révén keletkezett függőleges sebességek. Minél nagyobb továbbá a front hajlásszöge — egyébként azonos feltételek mellett —, annál nagyobb a vertikális mozgások értéke.

A frontális sűrűlődből és a horizontális vergenciából származó függőleges sebességek azonos nagyságrendűek és azonos okokra vezethetők vissza: mindkettő döntő módon a bárikus teknő profiljától függ. A két mozgásforma közötti alapvető kü-

lönbség az, hogy míg a belső súrlódás okozta függőleges mozgás csak a front fölött és alatt 1 km-es rétegre terjed ki, addig a vergenciából származó feláramlás a troposzféra jelentékeny rétegét átfogja.

Érdemes itt rámutatni egy hibás magyarázatra, melyet egyes szerzők a frontokon fellépő függőleges mozgások előidézésének indokolásánál többször elkövetnek. A szinoptikus meteorológiában a frontális felhőzet és csapadék kialakulását a meleg levegőnek a frontfelület menti felsikló mozgásával hozzák kapcsolatba. A vertikális sebesség értékét a front normálisába eső sebességi összetevők és a front hajlásszöge határozza meg a következő formában:

$$w = (u_1 - u_2) \operatorname{tg} \alpha, \quad (5)$$

ahol u_1 és u_2 a szélesebbség frontra merőleges összetevői a meleg és hideg levegőben, α a front hajlásszöge. Ugyanakkor a dinamikus meteorológiában a frontok szerepét a csapadék kiszámításánál elhanyagolják és a tartós csapadékok kialakulását kizárólag a súrlódási és szabad vergenciából származó függőleges sebességekkel hozzák kapcsolatba, melyet a (2) formula határoz meg.

Ez a megkülönböztetés ugyanazon jelenség magyarázatánál csak látszólagos és a troposzférában fellépő vertikális sebességek különböző számítási módszereivel függ össze. A súrlódásból és ageosztrofiából eredő függőleges sebességek kiszámítására szolgáló (2) formula eleve magában foglalja azokat a vertikális sebességeket is, melyek a szélesebbség szakadásából erednek (5. formula) és amely legnagyobb értékét a fronton éri el. Az (5) formula tehát speciális esete a (2) formulának, amiről számítás útján könnyen meggyőződhetünk, ha a (2) formulában egyik sebességi összetevőt zérusnak tekintjük.

A sűrűségben beállott szakadásból származó vertikális áramlásokat a front zónájában abból a kinematikai összefüggésből határozhatjuk meg, amely a front két oldalán észlelt horizontális mozgások között fennáll, geosztrofikus áramlást feltételezve, egyébként azonos körülmények között. Az ilyen természetű függőleges sebességek értéke azonban még igen nagy hőmérsékletkülönbség esetén is jelentéketlen.

Függőleges mozgásokat idéz elő a légkörben az advekcio is. Ha feltételezzük, hogy a lokális nyomásváltozás valamely magasságban és a tenger szintjében csak az advekciónól függ, akkor a kontinuitási egyenlet felhasználásával arra az eredményre jutunk, hogy a meleg advekción feloszáló, a hideg advekción leszálló mozgás kíséri. Az ilyen természetű áramlások sebessége a már felsorolt mozgások sebességi értékeihez viszonyítva elhanyagolható.

A termikus turbulencia és termikus konvekció által létesített feláramlás mértékét az emelkedő légrézecske hőmérsékletváltozásának és környezete hőmérsékletváltozásának viszonya határozza meg. A dinamikus turbulenciából származó függőleges sebességet a szélnyíródás kinetikai energiájának alapján értékelhetjük *Richardson* ismert kritériumának felhasználásával.

IRODALOM: *A. F. Djubjuk*: A függőleges sebességek kiszámítása a nyomási mező alapján. A Hidrometeorológiai Főigazgatóság Közleményei, Leningrád, 1947, 24. szám. — *A. F. Djubjuk*: A frontfelületi súrlódásból származó függőleges sebességek. Központi Prognosztikai Intézet Közleményei, Leningrád, 1951, 26. szám. — *A. A. Bacsurina—Z. L. Turketti*: A hideg félév csapadékképződésének feltételei és előrejelzésük lehetősége. Leningrád, 1955.

Bodolai István

LÁNG SÁNDOR: **A Mátra és a Börzsöny természeti földrajza.** Földrajzi monográfiák, I. kötet. Akadémiai kiadó, Budapest, 1955. 512 (B/5) oldal, 101 ábra, 99 táblázat, 12 műmelléklet.

A szerkesztő ígérete szerint e mű a földrajzi monográfiák 5 kötetes sorozatának megnyitó munkája. Hasonló tervszerű, módszeres természeti földrajzi ismertetés e két középhegységünkéről eddig nem jelent meg. A magyar földrajzi és éghajlati tudományok művelésénél a továbbfejlődés útját hazánk egyes tájainak és a különböző éghajlati elemeknek monografikus feldolgozása jelenti. A kettő szoros kölcsönhatásban van, egyik sem tökéletes a másik ismerete nélkül, ezért is fogadjuk örömmel *Láng Sándor* könyvét.

A szerző tárgyalási módszere és sorrendje mindkét hegységnél azonos. Foglalkozik először a hegység földrajzi helyének pontos meghatározásával, majd részletesebben a hegység kialakulásával, földtörténeti múltjával, a mai formáit létrehozó tényezőkkel és folyamatokkal, hasznosítható ásványaival. Ezután következik a felépítés, szerkezet, felszín, éghajlat, vízrajz növényzet, talaj tárgyalása. A hegységeket szerkezeti morfológiai tájegységekre, részlettájakra bontja — a Mátrában 10, a Börzsönyben 5 ilyen különböztet meg —, s ezeket később egyenként vizsgálja a fent említett szempontok szerint.

A hegységek földtörténeti múltjának és kialakulásának bőséges tárgyalása a szerző geológiai szemléletére vall. Ez a szemléletmód az éghajlati részben is szerencsésen megmutatkozik: még a sokoldalú ismereteket kívánó paleoklimatológia is némi helyet kap pl. a Mátra éghajlatának tárgyalásában. Az egyes éghajlati elemeket külön tárgyalja, helyi adatokkal gazdagon alátámasztva. Különösen ki kell itt emelnünk a szerzőnek azt a tevékenységét, hogy éghajlati adatokból olyan jellemző táblázatokat állított össze, melyek az eddigi meteorológiai irodalmunkban sem szerepeltek. Ilyenek például „A csapadék növekedése a magassággal a Mátrában (1901—1940).”, vagy „A csapadékot szállító szelek iránya és a csapadék mennyisége mm-ben a Kékesen (1933—1940).”, vagy „A Nagyborzsöny csapadékváltozásainak adatai” stb.

A kedvező mikroklímájú lejtők sajátosságait tárgyalva földrajzi, talajtani és éghajlati adatokkal alátámasztott mezőgazdasági termelési szempontokra mutat rá: helyes következtetésként kimondja, hogy hazánkban éppen az *éghajlati előfeltételek elégtelensége* miatt, pl. a citrusfélék termesztése még alapos megfontolást, sok munkát igényel. Nézetünk szerint annyit, hogy az már *túlmeleg a gazdaságosság határán*. A részlettáják éghajlatának tárgyalásánál a szerző a mikroklíma kutatások hiányával küzdöködik. A két hegység vízrajzi tárgyalásánál érdekes és értékes a források és patakok részletes adatokkal történő felsorolása. Az egyébként is szép kiállítású könyvet sok értékes összefoglaló táblázat, keresztt metszet, szelvény, vázlat, és térképre egészíti ki, ezenkívül 24 jól megválasztott, de nyomdatechnikailag annál rosszabbul kivitelezett kép is szemlélteti az egyes tájakat.

A könyvben az éghajlattani ismeretek a földrajziakkal egyensúlyban vannak, de mindkettő túlsúlyban van a vízrajzi, és mégjobban a növényföldrajzi és talajtani részel szemben. A korszerű tudományos színvonalú könyv világos okfejtésével, gazdag adatfelsorolásával, a megoldatlan feladatok és tisztázatlan kérdések bátor fölvetésével messzemenően kielégíti elsősorban a földrajzi kutatók, de a pedagógusok és a földrajzi monográfiák iránti egyéb érdeklődők igényeit is.

Lőrincz Anna

SZ. P. HROMOV, L. I. MAMONTOVA: **Meteorologiceszkij szlovarj** (Meteorológiai szótár). Gidrometeoizdat. Leningrad, 1955. 455 o.

Nem hisszük, hogy helyes lenne, ha egy újonnan megjelenő szakszótárt az ismerető — a recenzió megírása előtt — elejétől végéig elolvasná. Aki ugyanis némiképp járatos az ilyesfajta kézikönyvek megírásában, jól tudja, elsősorban a címszavak körültekintő megválasztása okoz nagy gondot, s utána, mert a könyvek terjedelme korlátozott, a címszavak megírása. A szerkesztők tehát szüntelenül kétségek közt végzik munkájukat: ha nő a címszók száma — kevesebb hely marad magyarázatukra, s ha kisebb számmal elégszenek meg — nem ok nélkül tartanak a bíráló megjegyzéseitől. Mindez, erre már bevezető mondatunkban céloztunk, nem dönthető el egyszerű olvasással, inkább a szótárnak huzamosabb időn át való használata után mondhatunk csak valóban tárgyilagos bírálatot.

Egyelőre benyomásainkról írunk egy-két szót. A *Meteorológiai szótár* címszó-anyaga rendkívül gazdag. A dinamikus és szinoptikus meteorológia területén megtalálhatunk minden klasszikus és korszerű fogalmat, részletezésüket — egy ilyen típusú könyv keretében — elegendőnek tartjuk. Az aerológia, klimatológia és egyéb diszciplínák vonalán mondjanak az illetékes szakemberek véleményét. Úgy véljük, ők is haszonnal forgathatják e formájában, szerkesztésében és illusztrálásában is rokonszenves kézikönyvet.

Dési Frigyes

Scientific proceedings of the International Association of Meteorology, 10th Assembly, Rome, September, 1954. (A Nemzetközi Meteorológiai Társaság tudományos értekezései.) 594 (B/5) oldal, ábrák, táblázatok. Butterworth Scientific Publications, London, 1956.

A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (International Union of Geodesy and Geophysics, IUGG) 1954. szeptember 14—25-ig tartotta Rómában a 10. általános ülészakát. Ezen az ülészakon részt vett az IUGG-t alkotó hét tudományos társulat, köztük a Nemzetközi Meteorológiai Társulat. A jelen munka az elhangzott meteorológiai előadások gyűjteménye. Nehéz lenne a kötet együttesét alkotó 104 tanulmányt külön-külön méltatni, azt azonban könnyű megállapítani, hogy a gyűjtemény igen értékes és kiválóan szemlélteti a meteorológia területén bekövetkezett nagyarányú specializálódást és a meteorológiai kutatás terén kifejtett nagy aktivitást.

A kötet 18 fejezetből áll, ezek között az első *Ramanathan* professzor elnöki megnyitója „A légköri ózon és a légkör általános cirkulációja” címen. A szinoptikus meteorológiai közlemények között szerepel az 1953. januári Északi-tengeri katasztrófa okának fejtegetése, légtömeganalízis az összenergia segítségével, orografikus csapadékok és a futóáramlás blocking helyzetben. Felhőfizikai és klimatológiai előadások után egy igen érdekes fejezet következik a légköri ózon és a sztratoszférikus cirkulációk közötti kapcsolatokról, az éjszakai ózon-megfigyelésekről, az ózon napi változásairól, a Föld különböző részein végzett ózon-megfigyelésekről, új mérési módszerekről és műszerekről stb. A *T. E. W. Schumann* által ismertett különös figyelmet érdemlő nemzetközi kutatási terv után a dinamikus meteorológia köréből következik néhány tanulmány a rotorok elméletéről, a lee-hullámokról, majd az általános légkörzés című fejezet számol be többek közt a 27-napos periódusról, a Japán feletti légköri cirkulációkról és az éghajlati állapotokról, a SSE Indiai-óceáni nyomásmezőről és a délsarki polarfront zavarokról. A trópusi meteorológiai problémák után találjuk a felhőfotometria eredményeit és módszereit, és a magszámálással kapcsolatos közleményeket, majd 10 tanulmányt a légköri elektromosság köréből. Igen érdekes előadásokat tartalmaz a 13. fejezet a nagyméretű légkörzésekkel kapcsolatban. A modern meteorológia általános érdekű fejezetét, a szinoptikus meteorológia numerikus és dinamikus módszereit mezoszférai megfigyelések követik, majd *Mörkófer* vezeti be a sugárzások problémakörét a sugárzás-kutatások mai állásáról szóló beszámolójával. Az utolsó fejezetben több tanulmányt közölnek az alsó sztratoszfériai és a sztratoszférai alatti sugárzási egyensúlyal kapcsolatban.

Már ez a rövid összefoglalás is tanúskodik a római ülés tartalmasságáról és sokoldalúságáról. Az igen értékes előadások egy könyvbe foglalása valószínűleg nem találkozik minden meteorológus tetszésével részben a téma sokfélesége, részben pedig az egyes tanulmányok igen kivonatossága miatt. Valóban ez a munka nem olyan könyv, amit egyfolytában végigolvashat az ember, azonban igen nagy értéke, hogy általános tájékozódást enged meg a meteorológia egyre jobban szétágazó birodalmában, ugyanakkor komoly elmélyedésre ad alkalmat az egyes témakörökön belül.

Békeffy Józsefné

VAN BLADEL, J.: **Les applications du radar à l'astronomie et à la météorologie.** (A radar alkalmazásai a csillagászatban és a meteorológiában.) 143 (B/5) oldal, 55 ábra. Gauthier-Villars, Paris, 1955.

A jelen monográfiának az a célja, hogy egy kötetbe foglalja mindazokat a radarral vonatkozó felvilágosításokat, amelyek elszórva találhatók a műszaki irodalomban. A szerző figyelmen kívül hagyja a radar elsődleges rendeltetését és csak mint igen értékes kutatóműszert ismerteti a csillagászattal és a meteorológiával kapcsolatban. A radar az asztronómusnak hatalmas segítséget nyújt, amennyiben sokkal hathatósabb és gyorsabb módszert szolgáltat, mint a vizuális vagy fotografikus eljárások; a meteorológus számára pedig lehetővé teszi, hogy a csapadékokot eső, hó vagy jég alakjában a keletkezés helyén tanulmányozza és, hogy ezeket a jelenségeket a fejlődésük során nyomon kísérje.

A könyv hat fejezetre oszlik. A klasszikus radar működési elve után ismerteti az interplanetáris kutatásokra használt radar-berendezéseket és az ezekkel elért kísérleti eredményeket. A meteorit-visszhangok elméletének kísérleti igazolása, továbbá az északi fény és a villámok lenyomozásának a tanulmányozása után áttér a meteorológusok közvetlen érdeklődési körébe vágó csapadék-visszhangok tárgyalására. Ismerteti a visszhangképződési eljárás fizikai alapjait, a csapadékok mennyiségi és minőségi tanulmányát és beszámol a csapadék lenyomozás hasznosságáról az emberi tevékenység legkülönbözőbb területein. Az utolsó fejezet tárgya a ballon-szondák követése primér és szekundér radarokkal.

A szerző művében a főhangsúlyt a visszhang-vétel fizikai alapjaira fekteti, egyúttal arra törekszik, hogy mondanivalója egyaránt érdekelje a rádióelektromos mérnököt, a meteorológust és a csillagászt. Talán ennek a következménye az, hogy a szerző néha könnyedén elhagy olyan részleteket, ami a szakembert kézelebről érdekelné, és hogy az egyes levezetésekől nem vonja le a szavakkal a következtetést.

Igen bő hivatkozási irodalmat közöl, számszerint 196-ot, sajnálatos azonban, hogy a hivatkozás nem teljes, ugyanis csak a szerző nevét és a megjelenés helyét és idejét közli, a tanulmány címét nem.

Békeffy Józsefné

L. SZ. GANGYIN, D. L. LAJHTMAN, L. G. MATYEJEV, M. I. JUGYIN: **Osztó dinamikai eszközök meteorológiájában.** (A dinamikus meteorológia alapjai). Gidrometeorizdat. Leningrad, 1955. 647 o.

E hatalmas kötetnek legjellemzőbb vonása az, hogy jóformán mindaz megtalálható benne, amit manapság az elméleti meteorológia a dinamika területéről egyáltalán nyújthat. Főként a szovjet kutatók munkássága áll előtérben, és elsősorban azok a problémakörök, amelyekkel már évtizedek óta különös előszeretettel foglalkoznak. Megtalálhatjuk benne a *Fridman* felvetette alapvető hidromechanikai problémákat éppúgy, mint *Kibel* első és második közelítéseit, *Kolmogorov*nak az örvénylés kutatását szolgáló módszerét éppúgy, mint *Obuhov* vizsgálatait a geosztrofikus szélről.

A könyv tartalmából csak felszínes ízelítőt ad e rövid felsorolás, s a jeles szovjet kutatók hosszú sorát kellene még idéznünk, ha ismertetésünkben teljességre törekedtünk volna. Ehelyütt azonban erre nem vállalkozhatunk, csupán azt tűzhetjük ki célul, hogy — a már mondottakon kívül — rámutassunk a műnek még néhány egyéb jellemvonására is. Így például nyomát se találjuk benne a néha öncélúan geometrizáló kinematikának, nem is egy dinamikus meteorológiai kézikönyv közismert és eléggé tipikus ismérvét. A sztatikai részt is jónak tartjuk, mert tömör, de mégis világos és mentes az ugyancsak öncélú számításoktól. A matematikai pontosságra törekvő prognosztikai elméletekről írt részek különösen érdekesek. Felölelik mindazt, ami e területen valóban korszerű, logikai szempontból sallangmentesek, s valóban a lényegét nyújtják.

Úgy véljük, nem vagyunk a klasszikus hagyományoknak merev tisztelői, ha hiányoljuk a könyv végén közölt bibliográfiában *Brunt*, *Exner*, *Koschmieder* és — talán nem is utolsó sorban — *Steiner Lajos* nevét. Zavarólag hat, hogy ott, ahol a közismert dinamikus meteorológiai kézikönyvek megemlézéséről van szó: *Exner*, *Brunt* és *Koschmieder* neve nem szerepel. Ez a megjegyzésünk — elismerjük — inkább csak formai jellegű, de *Steiner* munkássága azért érdemelt volna említést, mert a nyomásváltozás és hőmérséklet közötti összefüggés felderítésében jelentős érdeme van.

E néhány kritikai észrevételünk mit sem von le a mű valódi értékéből: jelenleg a nemzetközi szakirodalomban kor- és szakszerűbbet aligha találhatnánk.

Dési Frigyes

BAROMÉTEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA LENINGRÁDBAN. A WMO VI. (európai) területi bizottságának a jugoszláviai Dubrovnikban 1956. márciusban hozott határozata értelmében került sor a budapesti Wild-Fuess 19,401 számú törzsbarométer és a leningrádi ősbarméterek közötti eltérés megállapítása céljából az Országos Meteorológiai Intézet W-F 524 és W-F 864 számú útibarométereivel végrehajtott összehasonlító mérésekre Leningrádban 1956. október 17—26. között.

A leningrádi összehasonlítás előtt Budapesten megtörtént a magyar törzsbarométer és az útibarométerek közötti eltérés megállapítása két, 20—20 leolvasásból álló mérésorozat útján 1956. október 12—13-án.

A gondosan becsomagolt műszerekkel 1956. október 15-én du. *Kéri Menyhért*, az Országos Meteorológiai Intézet osztályvezetője repülőgéppel utazott Leningrádba. Az utazást október 16-ra virradó éjszakára Moszkvában megszakította, ezalatt a műszerek a vnuokovói repülőter meteorológiai szolgálatának egyik helyiségében nyertek biztonságos elhelyezést. Mind a Budapest—Moszkva-i, mind a Moszkva—Leningrád-i légiúton felfüggesztve, a lengések és rázkódások teljes elhárítása, ill. csökkentése érdekében rögzítve, a repülőgépek első szolgálati fülkéjében szállították a műszereket. A leningrádi repülőterről *P. V. Djasenko*, a Geofizikai Főobszervatórium Hitelesítő Laboratóriuma vezetőjének kíséretében egyenesen a Laboratóriumba, az összehasonlítások színhelyére szállították a műszereket, ahol azokat kicsomagolás után azonnal felfüggesztették a mérések végzésére szolgáló műszerfalra.

Az első, összesen 30 leolvasásból álló mérésorozatra október 17. és 19-én került sor. Ezután — élve a SzU Hidromet. Szolgálatának leningrádi műszerüzemének szíves baráti ajánlatával — még 19-én átszállították a magyar útibarométereket a műszerüzem barométer-részlegébe, ahol mindkettőnek a higanyát és üvegesöveit megtisztították, továbbá az 524-es műszer skáláját újra ezüstözték.

E művelet után a műszerekkel újabb három, 20—20 leolvasásból álló mérésorozatot hajtottak végre október 23—24, 24—25, és 25—26-ra virradó éjjeleken. Az összehasonlító mérések eredményeit

rögzítő jegyzőkönyvet a Geofizikai Főobszervatórium Hitelesítő Laboratóriumában vették fel 1956. október 27-én délelőtt, amelyet szovjet részről *J. A. Pokrovszkaja* tud. főmunkatárs, magyar részről pedig *Kéri Menyhért* osztályvezető irt alá.

Az összehasonlító mérések végleges eredményeit még nem áll módunkban közölni, mivel a befejező budapesti mérések még nem történtek meg. A leningrádi ősbarméterek (etalonok) és 1. a budapesti W-F 524-es útibarométer között a tisztítás és a skálaezüstözés előtt +0,12 mm, utána pedig +0,10 mm, illetve 2. a budapesti W-F 864-es útibarométer között a tisztítás előtt +0,06 mm, utána pedig 0,02 mm volt az eltérés. A Budapest-i, utazás előtti és utáni mérésorozatok részleteredményei és a végeredmények előreláthatólag az Országos Meteorológiai Intézet 1956. évi meteorológiai megfigyeléseket tartalmazó Évkönyvében kerülnek közlésre.

A leningrádi mérések befejezése után *Kéri Menyhért* az A. J. Vojekovról elnevezett Geofizikai Főobszervatóriumban *M. J. Budüko*-nak, a főobszervatórium igazgatójának felkérésére október 26-án „A magyar meteorológiai szolgálat” címmel előadást tartott, 29-én pedig a Leningrádtól mintegy 30 km-re levő *Vojekovo*-i meteorológiai és mikroklimatológiai kísérleti állomást tanulmányozta. A műszerek hazaszállítására az október 31-én megkezdett hazautazással került sor, ugyanolyan módon, mint az odautazás alkalmával, Leningrád—Moszkva (vasúton) Moszkva—Prága (repülőgépen), Prága—Pozsony (vasúton) Pozsony—Komárom (autóbuszon) és Komárom—Győr—Budapest (vonaton és teherautón) útvonalon.

A műszerek a november 16-i megérkezésig tartó 17 napos, váratlanul hosszúra nyúló és változatos utat épségben tették meg.

A barométer-összehasonlításban és a műszerek hazaszállításában a SzU Hidrometeorológiai Szolgálatának vonukovói és moszkvai intézetei, a leningrádi Geofizikai Főobszervatórium és annak Hitelesítő Laboratóriuma, továbbá a prágai Meteorológiai Intézet és a pozsonyi Hidrometeorológiai Szolgálat nyújtottak igen jelentős segítséget, amelyek ezeknek az intézeteknek, és tudományos támogatásra; baráti együttműködésre mindig kész dolgozóinak ezúton is köszönetet mondunk.

Z. Ozorai:*

Orographic occlusion in the Carpathian basin

As generally known, the occlusion process is usually started by the encounter of warm and cold fronts, when the cold front advancing at a more rapid rate overtakes the slowly moving warm front. In that case the warm sector is slowly occluding, and the warm air — at least at that section of the front — is lifted from the ground.

The description of the occlusion process can be found in detail in every synoptic handbook. There is, however, a less frequently occurring synoptic process leading also to occlusion phenomena. Its description can be found only in *Chromow's*: "The basis of synoptic meteorology" among the recently issued handbooks on synoptic meteorology. According to *Chromow* this process takes place as follows:

"Let us assume that the cold front approaches a mountain ridge. If the mountain ridge is essentially higher than the frontal surface, it will present an obstacle to the further movement of the front and the air mass succeeding the front surrounds it from both sides. After going round the mountain range, both branches of the cold air mass succeeding the front can join again. In that case we face an *orographic occlusion* occurring often in the Caucasus and in the Alps, when the cold front approaches the mountain range from the north."

Unfortunately from these lines it does not come to light whether the described process is the author's own idea, or he stated somebody else's experiments. As this phenomenon has not yet been mentioned in the handbooks published since then, it is very probable, that either in synoptic circles they did not believe in the possibility of an occlusion coming into existence in this manner, or rather it was not considered important.

In the Carpathian basin, owing to its particular position, special synoptic situations may occur. The ring of the Carpathian mountains plays the main part in causing modifications. For this reason the orographic effects in Hungary have to be taken into greater consideration. This is why the investigations proving the occurrence of the process described by *Chromow* came into prominence. The "discovery" of the orographic occlusion or rather the correct diagnose and analysis of the synoptic situation was carried out first on the 17th February 1954 on the 0900 GMT map. For the sake of the historical truth we should like to mention that up to that time we have not yet succeeded in analysing orographic occlusion, either over the territory of Hungary or elsewhere, therefore, until the abovementioned occasion we strongly doubted the possibility of the occurrence of a situation described by *Chromow*. We have to mention that since that time we were able to follow up several times the development of an orographic occlusion over the territory of Hungary, but we never experienced it on the southern side of the Alps.

The isobaric pattern on the 17th February 1954 is very characteristic to the Carpathian basin, for this reason we denominated it for a long time as "*encircling isobars*". This isobaric pattern generally appears when an anticyclone is situated north of Hungary, for example in Poland or in the Ukraine, and several cyclones lie over the Mediterranean region. In such cases the isobars concentrate in the region of the Carpathians and one of them follows quite exactly the mountain-chain. Hence

* Author of this paper is dr. Zoltán Ozorai, Chief of the Forecast-Section of the Central Institute of Meteorology, Budapest.

the denomination "encircling isobars". It was discovered by later investigations that the orographic occlusion does not occur in every case of the encircling isobars. Anyhow, it is certain, that at the appearance of the encircling isobars (i. e. before 1954) we have often felt the incertitude of the analysis. Either we were not able to explain the strongly overcast sky and the occasional precipitation with a front, or if we have drawn a front, the determination of its exact location, movement and character caused a considerable problem. Above all its relation to the antecedents was missing. In a word the frontanalysis has been somewhat arbitrary and forced.

The correct analysis of the 17th February 1954 was supported by several circumstances — apparently of minor importance. At that time the weather maps were plotted regularly at every 3rd hour using a map of 1 : 10 000 000 scale in the main standard times of synoptic observations, and 1 : 5 000 000 scale in intermediate times. The latter enables a more detailed analysis, as the isobars on this maps are drawn in every 2,5 mb. It may be considered fortunate, that the occlusion process started between 0600 and 0900 GMT, thus the subsequent analysis of both maps brought the events to light. At that time a rather abundant quantity of aerological data were available supporting our conceptions. The process was clarified and supported by later investigations.

Let us next consider the development of the synoptic situation, which gave rise finally to the development of the orographic occlusion. After discussing the concrete case we can draw the general conclusions.

The development of the weather situation between 16 and 23 February 1954

A) *Analysis of the surface maps.* On the basis of the surface maps the weather situation was developing as follows :

About the 10th February an anticyclone lay over Eastern Europe. It maintained a southerly air stream over the Balkans and Central Europe transporting warm air masses to the north. On the 11th February a shallow depression developed over Poland, which was moving slowly northwards and north-eastwards respectively. In the rear of the depression the ridge of the East-European anticyclone spreading over Scandinavia has been intensified. The further movement of the cyclone split the anticyclone into two branches, and the Scandinavian ridge became an independent thermal anticyclone. Three days later, on the 15th, the center of the cyclone was already displaced to the region of Petchora, at 0600 GMT the line of its cold front was running south of Moscow, north of Kiev, Warsawa and Berlin, and west of Denmark (*Fig. 1, p. 331*). In the Carpathian basin the southerly current still persisted, but the cold air mass, having its origin in the Scandinavian anticyclone, more and more surrounded the Carpathians. It first pushed forward along the Donetz in the direction of the Black Sea and Wallachia, as well as across Poland to Germany. During the following 24 hours the cold air overflew Rumania, the northern part of Germany, but it could not get across the Carpathians. Under the influence of the cold air falling over the Giant-mountain a shallow cyclone developed temporarily in the Czech-basin. The front of the cold air — not mentioning the far-off sections — followed roughly the line of the Carpathians from its southeastern part to the upper course of the river Vág, from there it run to Prague and Aachen respectively (*Fig. 2, p. 331*). The 1015 mb isobar, which passed roughly across the Balkans bulged deeply over the Great Hungarian Plain. On this very day — in the late hours — the inflow of the cold air commenced from two sides into the Carpathian basin, partly through the gate of Dévény from Austria, and partly through the gate of Orsova from Wallachia. As soon as the cold air surrounded the country the encircling isobars appeared. Thus a shallow low pressure area may be analysed over Hungary (*Fig. 3, p. 332*).

On the 17th February the pushing forward of the cold air became obvious in the daily cycle of the temperature. According to the data of the stations reporting hourly, the frontal cooling manifested itself already in the morning hours in Szombathely and Győr, while, for example in Budapest the temperature increased corresponding to the normal daily variation. On the basis of the temperature curve and other data, the frontal passage in Budapest can be put to the evening hours. The cold air advancing from southeast did not yet attain that day our frontiers. Its advance stopped short after the quite rapid overflow of Wallachia. During its falling over the Southeast-Carpathians, the air warmed up somewhat dynamically too. The cold invasion commenced also from the third side in the morning of the 17th. This wave run over the Northeast-Carpathian making its effect felt first in the districts Borsod-Abauj-Zemplén and Szabolcs-Szatmár. The frontal passage took place in Miskolc at 0900, in Nyíregy-

háza at 1100, further in Debrecen at 1700, and in Szolnok at 2100 o'clock with north-east wind. The cold air was not advancing until the next morning, the 18th, to the south and southeast parts of the country. By that time the air mass pushing forward from southeast, arrived also there. The two air waves, having the same origin, but travelling on different ways, encountered one another on the eastern marginal region of the Great Hungarian Plain at the western foot of the Bihar-mountain. The cold air, pushing forward from two or rather from three sides, lifted the warmer air settled in the basin and developed the orographic occlusion. The continuity of the cold front has been re-established south from Hungary and the front became stationary there. At the same time the orographic occlusion crossed Hungary roughly in north-south direction. Owing to the sharp contrasts in the temperature a cyclone developed over the Carpathian basin and it persisted for several days in spite of its shallow formation.

Parallel with the above events, a core broke down from the anticyclone lying over North-Sweden and Finland respectively, and moved in south-southeast direction. At the 18th it arrived over the Ukraine, where it disappeared the same day. Subsequently the whole anticyclone came into a southern-southeastern movement. As a consequence of this the Carpathian basin was overflowed again by the cold air and the orographic occlusion regenerated. The core of the anticyclone arrived on the 21st to the Kiev region and simultaneously an anticyclone ridge developed over Germany. On the following day the anticyclone passed to east, at the same time the cold air of Germany filled entirely the Carpathian basin. On the 23rd February the encircling isobars disappeared and the curvature which was cyclonic up to this time, became anticyclonic and hereupon this particular synoptic situation came to an end.

B) *Relationship between the isobar pattern and the cold invasion.* Without insisting on the basic problem of the priority of the pressure- and air mass distribution, we have to state that in the analysed situation the characteristic changes in the pressure pattern have been caused by the advance of air masses. In order to be able to follow more exactly the process we have prepared a series of small scale maps (1 : 5 000 000). By means of these maps it can be proved that on the occasion of the cold invasion the wind was ageostrophic in the most places, obviously due to the arising accelerations. On the Small Hungarian Plain, for example, the wind directions are almost perpendicular to the isobars. The advance of the cold air has well manifested itself in the form of the protruding pressure ridges. A very good example of this is the pressure ridge in Wallachia persisting through a considerable period. The isobars were situated as if they were contour lines, i. e. isohypses of the cold air mass.

However the most characteristic isobar pattern is the low pressure area developing in the basin (*Fig. 4, p. 332*). At the beginning of the development of the situation this was not yet homogeneous, but as a matter of fact it was composed of three parts:

- a) low in North-Hungary
- b) low in the Maros-valley
- c) V-shaped depression in South-Hungary.

Out of the three formations — partly absorbed by one another — the third one gave in reality the isobar pattern encircling the Carpathians, the two other only completed and even deformed it in certain features. The first owes its existence to the High Tatra and the second to the Szörényi- and Szebeni-alps. The following two factors played a role in their development:

1. The laminar flow, owing to the orographic obstacle getting in its way, has been split into two branches — at least in the lower layers — and thus divergence arised.

2. It is a well known fact, that if a dam is built in a canal with its top under the water level, then — looking downstream — the water level sinks down behind the dam and attains the original height only after a certain distance again. This is because the fluid is advancing at a more rapid rate over the dam, and at the same time its pressure is decreasing. Similarly to that, a decrease of pressure is to be expected in the cold air falling over mountains. This is proved also by the waves generating behind the obstacles, investigated theoretically by *Queney*, *Scorer* and *Lyra* and in the practice by *Förchtgott*. From all these it may be taken for proved, that a decrease of pressure has to arise behind the obstacles.

For the purpose of further demonstration we present two weather situations each with one *orographic cyclone* over the Carpathian basin. The first is a cyclone of North-Hungary in case of a cold occlusion advancing from Poland. This was the situation on the 27th March 1952 at 0600 GMT (*Fig. 5, p. 333*). In the analysis of the original working map the pressure reported from Debrecen was considered as a fault and the

trough of the front was lengthened almost until Budapest. However, the data of Nyíregyháza and Salgótarján have been plotted on the presented map too. These new data proved conclusively, that the frontal trough did not extend to west of Debrecen, but there was another center in the triangle of Szolnok—Miskolc—Salgótarján, which had been generated by the cold air falling over the Carpathians.

The other demonstrating example dates from the 26th March 1956 (*Fig. 6, p. 334*). On that day there was a strong southeasterly flow over Central Europe. The strong SE wind, falling over the Southeast-Carpathians (just as in the analysed weather situation), developed the cyclone of the Maros-valley. The orographic pressure decrease taking place behind the mountains can be found at two more places on the presented map, namely behind the High Tatra, but this time on its northern side in correspondence with the general flow pattern; and at the northern and northwestern side resp., of the Bohemian Erzgebirge. These bulges in the isobars may not be attributed to a chance, for in similar cases they occur almost regularly.

Returning to the original subject of our study we may state that the occurrence of the cyclones of North-Hungary and the Maros-valley justifies our assumption, that the cold air pushed forward from two sides simultaneously into the country. From the above examples it may be concluded also that the simple falling over is only of local significance being able to generate temporary low pressure instead of one extending over the whole country or basin.

After the development of the orographic occlusion, when the falling over of the cold air became already weaker, and the cyclogenesis due to the temperature differences has come into prominence, the low pressure area became homogeneous in the basin.

From the aforesaid it can be seen too, that a simple dynamic process is not sufficient for the development of a low pressure area extending over the whole basin, but temperature differences are also needed. Let us, therefore, examine the changes and distribution of the temperature. This examination may supply a further proof concerning the development and maintenance of the orographic occlusion. We stated so far that the orographic occlusion was established by the encounter of the cold air masses advancing from several sides. If so, then during the existence of the occlusion front the cold inflow has to be continued also and with the weakening of the latter the occlusion is to weaken too.

C) Analysis of the aerological data. We do not make any attempt to demonstrate the orographic occlusion in a vertical cross-section because of the insufficiency of aerological data. Nevertheless enough data are available to demonstrate the intensification or the cessation of the temperature differences at the time of the establishment or smoothing down of the encircling isobars.

In order to follow the temperature changes in the upper air we have drawn emagrams between the surface and 500 mb level by means of aerological ascents in Budapest and in some neighbouring stations. The changes occurring in the upper layers were indifferent from the point of view of our study since the cold air was situated in the lower layers. The processes taking place in the higher layers were not influenced by the Carpathians.

The temperature-pressure curves of the 15th February at 0300 GMT are roughly of the same run in Budapest, Bucharest, Poprad and Vienna. Thus at the abovementioned places the temperature distribution is roughly the same, i. e. the one and the same air mass is situated over them.

On the morning of the 16th February in the lower layers, below 850 mb, a warming up may be experienced over Budapest, which manifested itself more feebly over Bucharest too. Budapest had therefore the warmest ascent among the Central European stations (*Fig. 7, p. 335*).

On the following days a general cooling started, which was followed with some delay by Budapest: therefore a constant temperature difference was existing between our country and the neighbouring areas. This condition lasted till the 19th February. By then the pressure decreased in Poland owing to the eastward displacement of the anticyclone. In the western half of Central Europe the air current has changed into southern, transporting warmer air masses from both the Adriatic and the western basin of the Mediterranean. This is evident in the radio sounding of Dresden showing at this time higher temperatures than that of Budapest. However, cold air masses were situated to the east and north of Hungary. The encircling isobars still existed, though the orographic occlusion lost its strength, nevertheless it did not cease to exist over the territory of our country.

After two days, on the 21st, the cold air pushed forward again from Central Europe as consequence of the abovementioned circumstances and overflowed Germany. The tempe-

ature contrasts became more pronounced again, the orographic occlusion regenerated and the highest temperatures (at the same level) were to be found over Budapest. The influx of the cold air was so strong that the center of the anticyclone became displaced to the west, and a ridge was built up over Austria and the Czech-basin. The center of the local cyclone overlay Transylvania and on the 23rd, when the cold air filled entirely the basin, the occlusion and the cyclonic curvature of the isobars ceased to exist, and instead of it a high pressure ridge extended over Hungary. According to the emagrams Budapest and Vienna were the coldest on this day in the lower layers of the troposphere among the neighbouring stations (*Fig. 8, p. 336*).

By means of the emagrams we were able to follow closely the temperature changes, which led to the development, the regeneration and finally to the dying out of the orographic occlusion.

With a view of looking for further proofs we extended our studies to the contour maps of the standard pressure levels. Among the absolute topography maps we had the 700 and 500 mb maps at our disposal. Since even the 700 mb level lies too high for the layer where the investigated processes take place, the topography of either the 700 or the 500 mb level has no expressed relation to the encircling isobars and the orographic occlusion. On both the 700 and the 500 mb level zonal circulation prevailed mostly in the period of 15–23 February, and it was interrupted only for a short time by a col-situation. At the time, when the infiltration of the cold air into Hungary started (17th Feb.) a warm advection appeared on the thermobaric field over Hungary.

The series of the 1000–500 mb thickness maps, in contrast with the above results — even if not in every minute detail —, demonstrates the described process on a large scale. The higher average temperature of the air mass lying over Hungary is well manifested in the thicknesses of the 17th February (*Fig. 9, p. 336*), as well as the warming up in Germany on the 20th, and finally on the map of the 23rd the cold pool getting over our basin, which brought about the closing of the situation (*Fig. 10, p. 337*).

Development of the weather in Hungary on the occasion of the orographic occlusion

During the period of the orographic occlusion in our country we analysed the following elements in order to characterize the prevailing weather:

- a) Precipitation
- b) Cloudiness
- c) Temperature
- d) Wind

a) In order to study the *distribution of the precipitation* we have prepared a summarized precipitation map for the period 16–22 Feb. 1954.

After the evidence of the map rain fell almost everywhere in the country, yet its amount — especially in the eastern half of the country — did not attain even the 1 mm. February is generally a month of small precipitation in our country, however, according to the precipitated amounts the orographic occlusion was accompanied by a precipitation below the average.

Concerning the time distribution it can be stated that the cold invasion passed off almost entirely without precipitation and only after the formation or rather the regeneration of the front came a wet period. We came to the same result when investigating the distribution of cloudiness.

b) In order to have a good view of the *amounts of clouds* we took as a basis the observations of 10 stations carried out 4 times in a day. The 10 stations were the following:

Budapest	Szeged	Debrecen
Szombathely	Miskolc	Pécs
Szolnok	Győr	Békéscsaba
	Keszthely	

We selected the observations carried out at 0100, 0700, 1300 and 1900 in Central European Time, in order to have a more homogeneous distribution than that of the standard times of climatological observations, and that the nocturnal clouds could be taken also into consideration. From the reported cloud amounts we computed daily and periodical means for each station and "regional means" from the daily means of the 10 stations. The results expressed in tenth of the sky are shown in the following two tables.

Table I.

Mean values of the cloudiness (expressed in tenth of the sky) in the period 16—22 Feb. 1954

Budapest	7,5	(6,5)	Debrecen	7,0	(6,3)
Miskolc	4,8		Keszthely	7,0	(6,0)
Szombathely	6,1		Pécs	7,9	(6,3)
Győr	7,3		Szeged	8,8	(6,6)
Szolnok	8,3		Békéscsaba	8,0	

We published the February monthly means of the cloudiness in brackets on the basis of the work *Bacsó—Kakas—Takács*: Climate in Hungary.

Table II.

Regional means of cloudiness in Hungary (in tenth of the sky) in the period February 16—22, 1954

February 1954	16	17	18	19	20	21	22
Tenths	6,4	8,1	9,6	7,1	6,3	8,6	3,8

We cannot draw many conclusions from Table I. During the investigated period, with the exception of Miskolc, a very cloudy weather prevailed throughout the country. However, we are able to draw some inferences as to the orographic occlusion, namely the fact, that although the cold front has already passed beyond the country, some kind of front had to be present because otherwise we cannot find any reason for the amount of clouds and the precipitation. The process described in the synoptic part can be followed up in Table II: parallel with the development of the occlusion the cloudiness increases, then on the 19th a decrease of cloudiness set in. But the regeneration after the 20th was accompanied by a fresh clouding over.

e) From the point of view of *temperature* the investigated period is not homogeneous, but it is a transition between a warmer and a colder period. For this reason the absolute value of the temperature is of lesser interest for us. The temperature mean referring to the whole period is similarly devoid of interest for us. On the other hand the examination of the temperature changes during the process may affirm our view formed about the development of the orographic occlusion. The series of the daily mean temperature values of the abovementioned 10 stations constitutes the basis of our study.

Table III.

Daily mean temperature values at 10 Hungarian stations between 16—23 February 1954

	Budapest	Miskolc	Szombathely	Győr	Szolnok
Feb. 16	0,8	-1,9	-0,6	0,2	-7,5
17	0,3	-1,7	-2,8	-2,4	-4,2
18	-2,9	-4,0	-6,6	-6,4	-4,2
19	-6,7	-6,7	-7,0	-6,8	-8,5
20	-7,5	-8,7	-11,7	-8,9	-8,0
21	-5,7	-6,3	-9,7	-6,5	-7,3
22	-5,3	-7,1	-10,2	-8,1	-8,5
23	-5,3	-6,7	-8,7	-8,0	-8,3

	Debrecen	Keszthely	Pécs	Szeged	Békéscsaba
Feb. 16	-3,8	-0,3	-0,4	-7,2	-7,7
17	-3,6	-1,6	-0,3	-1,9	-3,3
18	-4,3	-6,3	-4,6	-5,3	-4,7
19	-8,0	-6,6	-7,3	-8,6	-10,4
20	-10,2	-9,1	-9,0	-10,0	-10,4
21	-7,1	-7,4	-9,4	-7,8	-7,5
22	-7,2	-7,8	-8,5	-10,5	-10,7
23	-7,2	-7,0	-9,5	-12,7	-12,3

It will be seen that the changes in the daily temperature means are quite homogeneous throughout the country. In the first days temperature rise may be observed being significant especially in the eastern districts. The rise is due to the fact that warm

air lay in the basin before the cold invasion, but, with regard to the winter season, a considerable surface inversion developed owing to the strong cooling, and while the inversion existed stratus and fog prevented the effectiveness of the radiation. Therefore the starting of the cold inflow was accompanied by the rise of temperature, which is at that time a usual phenomenon in the Carpathean basin. From this time on the advection made its effect felt and a uniform cooling took place, which attained its minimum on the 20th.

The following factors contributed to the development of the minimum on the 20th :

1. As already mentioned, warmer air masses arrived on the 19th to the western half of Central Europe from the Adriatic. At the same time a pausing of the infiltration of cold air into our country took place. The front weakened and this was also shown by the decrease of the cloudiness. The breaking up of the clouds favoured the nocturnal cooling. The lowest minimum temperatures occurred generally at dawn on the 20th.

2. On that day warmer air masses arrived over the territory of Hungary too, but they could not compensate the radiational cooling. The lowest daily mean occurred on the 20th.

After the regeneration of the situation the daily temperature means decreased again — with the exception of some cases — under the influence of the cold air coming from the west.

d) When investigating the *wind distribution*, the same stations and times were selected as by the cloudiness. The short duration of the period did not enable us to draw more special conclusions from the wind data. We elaborated the data of four observations daily, obtained at 10 stations during 7 days, i. e. the result of 280 observations on the whole. An interesting feature is the frequency of the calms attaining 30% of the wind observations. In spite of the frequent calms the mean wind speed, though under the average, is still not markedly low, as it will be seen from the following table :

Table IV.

Mean wind speeds in m/sec during the period 16—22 Feb. 1954

Budapest	1,1 (1,8)	Szolnok	1,6	Pécs	3,6
Miskolc	2,1	Debrecen	2,0 (2,4)	Szeged	1,7 (2,8)
Szombathely	3,6	Keszthely	2,0 (3,1)	Békéscsaba	1,1
		Győr	2,2		

The February averages are shown in brackets taken from *Bacsó—Kakas—Takács* : Climate of Hungary.

From this we may conclude, that, though in the period mentioned the weather was generally calm, it was interrupted by one or two more windy periods. This may be well observed in the "regional means" of the wind speed.

Table V.

Daily means of the wind speed from 10 Hungarian stations in the period of 16—22 Feb. 1954

February 1954	16	17	18	19	20	21	22
m/sec	1,5	3,3	4,9	2,3	1,4	1,0	0,9

On the occasion of the cold inflow the wind strengthened and it reached its maximum at the development of the orographic occlusion, from this time onwards it gradually slowed down. The regeneration does not appear in the change of the wind speed.

On the basis of the summarized wind speed table the most frequent directions are : N, NNE and NE, with 11% frequency each, thus the third of all cases falls on these close-by directions. Out of the other wind directions the E is of an outstanding frequency at Pécs (in 10 cases) and NW at Győr (in 4 cases). The former shows that the effect of the V-shaped form of the isobars was not felt on the southern parts of the country, the circulation was in accordance with the general flow pattern; while the latter shows the persistence of the north-western cold infiltration.

Summing up the above results : during the orographic occlusion the weather was more dull and calm than generally, with frequent but small amounts of rain and with a temperature decrease. As the occurring changes could be well motivated by the conclusions obtained by other ways, we thus produced indirect evidence also for the orographic occlusion.

Occurrences of the orographic occlusion

The results of the February 16–23, 1954 situation, discussed by us in detail, cannot be used in practice but by proving that in weather situations, showing similar outward features, the *same physical processes* will take place, that is if we point out indeed the physical causes in the course of the study. For this reason we analysed the synoptic maps for 0600 GMT each day in the years 1946–1955, and out of these we selected the situations when the encircling isobars existed at least for two consecutive days. In these cases the development of an orographic occlusion could be suspected. Further detailed investigations proved that orographic occlusion does not always occur when encircling isobars appear. For that very reason we selected those situations, which were accompanied by an occlusion front. These were as follows:

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Jan. 14–18, 1946 | 9. Oct. 6–9, 1951 |
| 2. Oct. 23–26, 1946 | 10. Dec. 2–9, 1952 |
| 3. May 3–7, 1947 | 11. Jan. 13–16, 1953 |
| 4. March 28–30, 1949 | 12. Oct. 19–22, 1953 |
| 5. Oct. 29–Nov. 5, 1949 | 13. Jan. 30–Feb. 5, 1954 |
| 6. Jan. 17–24, 1950 | 14. Feb. 16–23, 1954 |
| 7. Dec. 28–31, 1950 | 15. Apr. 8–11, 1954 |
| 8. May 30–June 2, 1951 | |

We have no intention of giving any detailed survey of these cases, but nevertheless we publish the conclusions drawn of them.

a) The orographic occlusion always developed simultaneously with the encircling isobars after a northern cold invasion.

b) The occurrence of the process is verified — besides the synoptic maps — also by the decrease of the daily mean temperatures as well as by the cloudy, rainy weather.

c) Out of the 15 investigated cases 11 (i. e. 73%) ended with an anticyclone.

d) Analysing the yearly distribution of the abovementioned cases we can get a newer, indirect evidence to verify the process. For that purpose we compiled the above 15 occurrences of the orographic occlusion in Table VI. The single cases were put to the account of the month in which the development started, but the periods were taken into consideration according to the calendar months. In the cases extending from one month to the other, the period was represented only in the second month, without the number of the cases. This was the only way to avoid any contradiction regarding the number of occurrences.

Table VI.

Occurrences of the orographic occlusion between 1946 and 1955

	I		II		III		IV		V		VI		X		XI		XII		Year		
	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	n	t	
1946	1	4											1	3						2	7
1947									1	4										1	4
1948																				—	—
1949					1	2							1	3	—	4				2	9
1950	1	7																1	3	2	10
1951									1	2	—	1	1	3						2	6
1952																		1	7	1	7
1953	1	3											1	3						2	6
1954	1	2	1	11			1	3												3	16
1955																				—	—
	4	16	1	11	1	2	1	3	2	6	—	1	4	12	—	4	2	10	15	65	

n = number of cases

t = period in days

As it appears already from the material of these 10 years, the orographic occlusion occurs almost exclusively in the winter months. It is the most frequent in January and October, whereas it does not occur between July and September, and even in June

only one overlapping case was noted. The investigated situation type is frequent in October because after the temperature fall in September — taking place chiefly in consequence of the radiation — the frontal cold invasions became numerous in this month. In order to prove the latter assumption we refer only to the greater general cloudiness of October. This phenomenon does not come out from the amounts of precipitation, for this process is not associated with greater precipitation. The more significant precipitation amounts of September, as well as those of October are due to the warm fronts and not to the cold ones. The great frequency in January and the little frequency in February is connected with the following reasons. It is well known that in our country generally a warming up occurs at the end of December, after which the occurrence of more vigorous and more persistent cold invasions is evident. But strong colds develop in our country even in February too. At that time, however, the probability of the orographic occlusion lessens, since the colds of February are not advective processes, but the results of radiational phenomena. In February 1956, when after the prolonged warming up a very severe winter followed, the orographic occlusion occurred several times. This proves again the correctness of our conception.

Let us give finally one more indirect evidence. If the characteristic change of the isobar pattern were not caused by the inrush of the cold air, encircling isobars should occur in every eastern flow. Let us consider the situation of May 9, 1948, when easterly flow prevailed in our country at the southern side of an anticyclone. Encircling isobars are still not visible, for this time warm air advanced from the east. The pushing forward of the warm air is less hindered by the mountains, for this reason the air masses did not accumulate around the Carpathians and there could not be either cyclo- or frontogenesis.

Conclusion

On the basis of our investigations the following could be stated :

1. On the occasion of strong and continuous cold inflow orographic occlusion may develop in the Carpathian basin.
2. The occlusion process is produced by the cold air masses flowing into the basin from two or three sides and lifting the warmer air occupying the basin.
3. Parallel with this process encircling isobars will develop by which the occurring phenomena will be easily recognized. The encircling isobars surround a shallow low pressure area situated over the basin.
4. In the formation of the low pressure area dynamic and thermal causes take part. However, under the influence of the cold air falling over the mountains only a small scale and temporary cyclone develops, because for obtaining a low pressure area extending over the whole basin, durable temperature differences are needed.
5. At the time of the orographic occlusion the weather in our country was predominantly cloudy and calm with frequent but small precipitation and progressive temperature decrease.
6. The cessation of the situation is mostly closed by the building up of an anticyclone but can be caused also by some other process annihilating the temperature differences between the basin and its surroundings.

All these statements can be utilized for the correct recognizing of similar situations, as well as for the forecasting of the further maintenance or dissipation of the developed orographic occlusion.

B. Béll*:

Photochemische Sonnenstrahlungsmessungen

Im Laufe der Untersuchung der ultravioletten Sonnenstrahlung wurden häufige Versuche zur Einführung photochemischer Messmethoden gemacht. Die Bedeutung derselben kann durch die Schwierigkeiten erklärt werden, denen man bei der Messung der biologisch so wichtigen UV-Strahlung begegnet. Diese Schwierigkeiten können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Dieses Spektralgebiet besitzt einen verhältnismässig geringen Energiefluxus (kaum 1% desjenigen der gesamten Sonnenstrahlung).

2. Die UV-Strahlung unterliegt gewaltigen Schwankungen (infolge des Umstandes, dass die Dispersion umgekehrt proportional mit der vierten Potenz der Wellenlänge sich ändert, wird die zur Erdoberfläche herabgelangende Sonnenstrahlung in diesem Spektralgebiete relativ am stärksten die Schwankungen, die durch Aenderung der Sonnenhöhe und der Luftverunreinigungen verursacht werden, erleiden).

3. Infolge des geringen Energiestromes können hier die einfachen kalorimetrischen Messmethoden in der meteorologischen Praxis keine Verwendung finden.

Nun erwiesen sich die photoelektrischen Zellen (z. B. die Cadmium-Zelle) als gut verwendbare Messgeräte, doch ist der Vergleich mehrerer Zellen, und somit auch die Bewertung von Messergebnissen eines ausgedehnten Beobachtungsnetzes, mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Auch ist die Messung nicht einfach (Faden-elektrometer, hohe Isolationsbedürfnisse, Trockenhaltung, zeitweises Kalibrieren des Elektrometers). Da eine Registriereinrichtung kostspielig ausfällt, wird die Photozelle in der Meteorologie hauptsächlich zur Gewinnung von Augenblickswerten verwendet; doch werden dadurch die Ansprüche der Bioklimatologie, sowie der Hygienischen Meteorologie keineswegs voll befriedigt.

Seitens dieser Zweige der angewandten Wissenschaften wird eine systematische Beobachtung im Wege eines ausgedehnten Stationsnetzes benötigt. Aus diesem Grunde ist die Entwicklung solcher Messmethoden von grösster Bedeutung, welche geeignet sind, die UV-Strahlung in einfacher Weise zu messen. Es wird gefordert, dass durch die Methode 1.) untereinander vergleichbare Werte geliefert werden, 2.) das Verfahren soll mit so geringen Erzeugungs- und Betriebskosten verbunden sein, dass eine gleichzeitige Verwendung im Beobachtungsnetz gesichert werden könne.

In der ungarischen meteorologischen Forschung ist diese Frage im Zusammenhang mit den besonderen Strahlungsverhältnissen unserer Kurorte und Erholungorte am Balatonsee und im Gebirge aufgetaucht. Zu Vergleichszwecken sind vereinzelt Messungen nicht geeignet, und ein Registrieren — namentlich im UV-Gebiet — ist zu kostspielig. Eine befriedigende Lösung kann in einer Feststellung der Tagessummen der UV-Bestrahlung erblickt werden. Demzufolge wurden im Sommer 1955 Untersuchungen am Ufer des Balatonsees, in Tihany, über die Verwendbarkeit der oben-erwähnten photochemischen Messmethoden unternommen.

In Ungarn befasst sich Direktor-Chefarzt M. Frank seit mehr als einem Jahrzehnt mit dieser Frage und kürzlich wird die durch ihn ausgearbeitete Methode auf dem Gebiete der Meteorologie zur Verwendung kommen. Neuerlich wurden solche Messungen in Ungarn auch durch den ärztlichen Forscher J. Mörök zu industriehygienischen Zwecken

* Verfasser des Aufsatzes: dr. Béla Béll, Leiter des Aerologischen Observatoriums „Marcell György“, Budapest-Lörinc.

ausgeführt, und *L. Takács* befasst sich mit der Ausdehnung der Messungen auf ein Beobachtungsnetz.

Im Folgenden werden die Erfahrungen mitgeteilt, welche im Laufe der Messungen in Tihany in Bezug auf die Verwendbarkeit der sog. Oxalsäuremethode des photochemischen Messverfahrens gewonnen wurden. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, demzufolge müssen die hier folgenden Messergebnisse als vorläufige Beiträge betrachtet werden.

Bekanntlich ist eine Lösung, die Oxalsäure mit einen Uranylsalze als Katalysator enthält, zur Messung der UV-Strahlung geeignet. In dieser Lösung zersetzt sich die Oxalsäure unter der Einwirkung der UV-Strahlung und die Masse der zersetzten Oxalsäure kann als ein Mass für die Intensität der UV-Strahlung verwendet werden. Dieses Verfahren wurde unter dem Namen „UV Radiometer mittels Oxalsäure-Uranylsulphat“ durch *Anderson* und *Robinson* im Jahre 1925 zur UV-Messung empfohlen [1]. Aufsätze von *Leighton* und *Forbes*, sowie von *Meyerson* befassten sich mit dieses Verfahren in 1930 bzw. 1935 [2, 3] und hier wird auch die Wellenlängenabhängigkeit der Oxalsäurezerlegung angegeben. Demzufolge beteiligen sich die unterhalb 500 $m\mu$ liegenden Wellenlängen an der photochemischen Reaktion (*1. Abb. Seite 343*). Das Gebiet der wirksamen Wellenlängen wird annähernd durch die effektive Wellenlänge 460 $m\mu$ nach der Seite der langen Wellen hin abgegrenzt. Von hier ab kann die Empfindlichkeit bis zur kürzesten im Sonnenspektrum noch auftretenden Welle, die eine natürliche Grenze des Effektes darstellt (ungef. 290 $m\mu$), als befriedigend konstant angesehen werden (Abweichung vom Mittelwert annähernd 16%). Somit enthält das wirksame Gebiet nicht nur UV-Wellenlängen, sondern auch noch Strahlungen am kurzwelligen Ende des sichtbaren Spektrums.

In der meteorologischen Praxis konnte sich dieses Verfahren nicht recht einbürgern, was dadurch erklärt werden kann, dass die Forscher, entsprechend ihrer mehr physikalisch gerichteten Vorbildung, eine Vorliebe für elektrische und mechanische Messgeräte hegen dürften.

Kulitschkova [5] hat den Versuch unternommen, das Oxalsäureverfahren der meteorologischen Praxis näherzubringen. Die lichtempfindliche Flüssigkeit wurde in eine Quarzröhre von 150 mm Länge und 25 mm Durchmesser gefüllt, welche auswendig mit einer lichtundurchlässigen Umhüllung versehen wurde. Die Flüssigkeit wird von der Strahlung durch eine an der Mitte der Röhre befindlichen Öffnung, die eine Ringgestalt besitzt, erreicht.

Diese durch *Kulitschkova* entworfene Einrichtung wird von *J. Móriik* bei den erwähnten Untersuchungen verwendet und auch wir gebrauchten bei unseren orientierenden Messungen eine ähnliche Quarzröhre. Daneben wurden zur Untersuchung der Bestrahlung auf der Horizontalebene auch noch Glasschalen mit kreisförmigem Durchmesser, mit einer Oberfläche von 53 cm^2 , verwendet, in welchen die lichtempfindliche Flüssigkeit auf kürzere Zeit der Strahlung frei ausgesetzt wurde.

Das Messverfahren gestaltete sich wie folgt :

Als Reagent wurden 40 cm^3 zehntelnormale Oxalsäure verwendet. Zu diesem Zwecke wurden in 1000 cm^3 Wasser 6,3 g Oxalsäure ($C_2H_2O_4$) aufgelöst, und, in der Eigenschaft eines Katalysators, 5,02 g Uranyl nitrat: $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ der Lösung zugegeben. Die Masse der durch Photolyse zersetzten Oxalsäure wurde durch Titrierung mit ebenfalls zehntelnormale Kaliumpermanganat- ($KMnO_4$) -Lösung (3,16 g $KMnO_4$ in 1000 cm^3 Wasser) festgestellt.

Im Laufe der Titrierung wird aus einer Bürette Permanganat-Lösung in die lichtempfindliche Flüssigkeit eingetropft und hierbei entfärbt; zu der Entfärbung je eines cm^3 der Lösung ist die Anwesenheit von 6,3 mg Oxalsäure notwendig. Das Eintropfen wird so lange fortgesetzt, bis endlich ein Tropfen dauernd unversehrt bleibt. Das Volumen des bis dahin verwendeten permangansäuren Kaliums kann an der Bürette abgelesen werden. Dies muss im Falle einer nichteingestrahnten Oxalsäure mit dem Volumen des letzteren übereinstimmen (da beide Lösungen die gleiche Zehntelnormal-Konzentration besitzen); im Falle einer beleuchteten Oxalsäurelösung ist aber dieses Volumen um soviel cm^3 geringer, wie vielmal 6,3 mg Oxalsäure durch die Sonnenstrahlung zersetzt worden sind.

Demzufolge, wenn das Volumen der bei der Titrierung verbrauchten Messflüssigkeit vor der Beleuchtung V , nach erfolgter Beleuchtung aber V_1 cm^3 beträgt, so ist die Masse der durch Sonnenstrahlung zersetzten Oxalsäure

$$M = 6,3 (V - V_1) \text{ mg}$$

Beträgt die eingestrahelte Oberfläche F cm², und die Dauer der Beleuchtung t Stunden so kann die Strahlungsintensität durch folgende Grösse gekennzeichnet werden :

$$S = 6,3 \cdot \frac{V - V_1}{F t} \text{ [mg/cm}^2 \text{ Stunde]}$$

Orientierungshalber teilen wir mit, dass, nach *Meyer-Seitz* [4] durch einen Energiestrom von 3 mwatt/cm² im Wellenlängengebiet von 255–365 $m\mu$ in einer Zeitspanne von 30 Minuten die Zersetzung von 1 mg Oxalsäure bewirkt wird. Dies bedeutet ungefähr, dass einem Intensitätskennwerte im obigen Sinne von $S = 1$ mg/cm² Stunde ein Energiestrom von 1,5 mwatt/cm² entspreche, d. h. eine Strahlungsintensität von annähernd 0,0214 cal/cm².

Soweit zur Messung Röhren verwendet werden, ist die Grösse der beleuchteten Oberfläche nicht leicht zu definieren. Die nach jeder Seite offenstehende ringgestaltige Öffnung der Zylinderfläche wird gleichzeitig von der direkten Sonnenstrahlung, von der Himmelsstrahlung und von der Strahlung, die an den Körpern der Umgebung reflektiert oder zerstreut wird, getroffen. Das Verhältniss dieser Strahlungskomponenten ändert sich mit der Stellung der Röhrenachse. Dies erfordert die Unterbringung der Röhre in einer wohldefinierten Stellung. Wir wählten, ausgehend von der Natur unserer Messaufgabe, die Achsenstellung senkrecht zur Ekliptik. In diesem Falle entfällt der grösste Teil der einfallenden Strahlung auf die direkte Sonnenstrahlung. Doch kann auch in diesem Falle die Grösse der bestrahlten Oberfläche nicht mit hinlänglicher Genauigkeit festgestellt werden, um den Wert S der Strahlungsintensität in beruhigender Weise festzustellen, allerdings können aber auch bei einer solchen Aufstellung einige Messungen zu Orientierungszwecken ausgeführt werden. Dieselben waren in erster Reihe darauf gerichtet, Aufschlüsse über Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messungen zu liefern. Die Resultate können wie folgt zusammengefasst werden :

Die Pünktlichkeit der Titrierung konnte bei hinreichender Einübung bis auf 1 Tropfengrösse verbessert werden. Im Falle der verwendeten Bürette betrug das Volumen eines Tropfen Kaliumpermanganates 0,067 cm³. Bei der Bestimmung von $V - V_1$ kann in ungünstigstem Falle ein Fehler von zweimal so hohem Betrage auftreten. Dieser Maximalfehler entspricht

im Falle von $V - V_1 = 10$ cm³ einem relativen Fehler von 1,3%
im Falle von $V - V_1 = 20$ cm³ einem relativen Fehler von 0,7%.

Die Reproduzierbarkeit der Messungen wurde durch Verwendung von 5 verschiedenen Röhren an gleicher Stelle und zu gleicher Zeit untersucht. In Ermangelung von Röhren mit 25 mm Durchmesser wurden Röhren mit einem Innendurchmesser von 19 mm verwendet. Die Breite der mit der Röhrenachse gleichläufig gestellten Eintrittsöffnung wurde in der nachstehenden Tabelle mit D bezeichnet. Zur Zeit der Messung war eine Himmelsbedeckung von 8/10 Ac lam vorhanden, Sonnenschein brach zeitweise durch die Lücken der Ac durch.

Tabelle I. Fünf Röhren unter gleichen Bedingungen. 15. 7. 1955, Tihany

Röhre	t Wahre Ortszeit	Δt min	D cm	$V - V_1$ cm ³	M mg
1	7.27–10.27	180	2	8,4	52,9
2	7.27–10.27	180	2	8,6	54,2
3	7.27–10.27	180	2	8,4	52,9
4	7.27–10.27	180	2	8,6	54,2
5	7.27–10.27	180	2	8,2	51,7
				8,44	53,18

Relativfehler der Beobachtungsreihe 1,5%.

Wir untersuchten die Frage, wie weit dieses Verfahren geeignet ist, Summen der eingestrahelten Energiemengen über kürzere oder längere Zeit festzustellen. Die Resultate einer solchen Messreihe sind in Tab. II. dargestellt.

Tabelle II. Untersuchung der Summation durch Röhren, Tihany, 11. 7. 1955

Röhre	t Wahre Ortszeit	Δt min	D cm	$V - V_1$ cm^3
1	9.12—19.12	600	1,5	28,5
2	9.12—10.12	60	1,5	3,1
3	10.12—11.12	60	1,5	3,0
4	11.12—13.42	150	1,5	9,1
5	13.42—16.18	156	1,5	7,6
2	16.18—17.18	60	1,5	2,6
3	17.18—19.12	114	1,5	2,1

Wolkenbeobachtungen: Am ganzen Tage weniger als $2/10$ *Cu hu*, dann *Cu cong*. Der Sonnenschein wurde durch die Bewölkung nicht beeinträchtigt. Summe der mit Röhren N^o 2—5. erhaltenen Werte: $27,5 \text{ cm}^3$. Dies weicht von dem mit Röhre N^o 1. erhaltenen ganztägigen Werte von $28,5 \text{ cm}^3$ nur um einen Relativfehler von 3,5% ab.

Diese Messfehler entstammen teilweise der Titrierung, und teilweise der Ungleichheit der Aufstellungen. Ist dieser Fehler verschwindend gegenüber der zu untersuchenden örtlichen Unterschiede, dem Tagesgange, oder der Verschiedenheiten der Strahlungsverhältnisse an verschiedenen Tagen, dann kann man die Messgenauigkeit als befriedigend betrachten.

Auf eine Untersuchung der örtlichen Verschiedenheiten haben sich unsere Messungen nicht erstreckt. Der Tagesgang der Strahlung bei ungestörtem Sonnenschein wird in Tab. III. und in Abb. 2. (Seite 346.) dargestellt. In der letzten Spalte befinden sich die Mengen der zersetzten Oxalsäure, reduziert auf eine Stunde Bestrahlungszeit und auf eine Spaltenbreite der Beleuchtungsöffnung von 1 cm. So weit man dieselben Röhren in gleicher Aufstellung verwendet, dürfte es angenommen werden, dass die erleuchtete Oberfläche der Spaltenbreite proportional sei.

Tabelle III. Messung der täglichen Änderung der Strahlung, Tihany, 21. 7. 1955.

Röhre	t Wahre Ortszeit	Δt min	D cm	$V - V_1$ cm^3	M mg/cm^2 . Stunde
1	6.12— 7.12	60	3,0	1,8	3,8
2	7.12— 8.12	60	3,0	3,4	7,1
1	8.12— 9.12	60	3,0	4,2	8,8
2	9.12—10.12	60	3,0	6,0	12,6
1	10.12—11.12	60	3,0	6,8	14,3
2	11.12—12.12	60	3,0	7,3	15,3
1	12.12—13.12	60	3,0	7,3	15,3

Wolkenbeobachtungen:

6 ^h	8/10: Sc — Ac cast., flocc.	Die Sonne hinter Ac
7 ^h	3/10: Sc — Ac flocc.	Sonne frei.
8 ^h	3/10: Ac flocc.	Sonne frei.
9 ^h	4/10: Cu hu 1/10, Ac lent. 3/10	Sonne zeitweise bedeckt.
10 ^h	2/10: Ac lent.	Sonne frei.
11 ^h	3/10: Ac lent., und.	Sonne frei.
12 ^h	3/10: Cu hu 1/10, Ac lent. 2/10	Sonne frei.
13 ^h	3/10: Cu hu 1/10, Ac lent. 2/10	Sonne frei.

Auf Abb. 2. (Seite 346.) werden die relativen täglichen Veränderungen von *m* dargestellt (Kreise und ausgezogene Kurve) ausgedrückt in Prozenten des maximalen Tageswertes. Zum Vergleich wurden auch die mit einer Cadmium-Photozelle festgestellten Veränderungen der UV-Strahlung an einer wagerechten Fläche eingetragen (Kreuze und gestrichelte Kurve).

Die Intensität der UV-Strahlung wurde ebenfalls in relativen Einheiten ausgedrückt und in *Abb. 2. (Seite 316.)* gleichwohl in Prozenten des maximalen Tageswertes angegeben.

Wie ersichtlich, können die Fehler, die beim Titrieren und infolge der ungenauen Aufstellung entstehen, vernachlässigt werden gegenüber dem Tagesgange. Auch ist die Wolkenwirkung an der auf photochemischem Wege gewonnenen Kurve gut zu erkennen. Dies kann mit den relativ niedrigen Werten, die im Zeitraum von 6 bis 7 Uhr, sowie von 8 bis 9 Uhr auftreten, belegt werden. Die Intensitätsabnahme in der zweiten Periode ist auch in den Messungen mit der Cd-Zelle aufgetreten. Aus *Abb. 2.* geht auch hervor, dass die Intensität desjenigen Wellenlängengebietes, welches durch die Cd-Zelle erfasst wird, über einer steileren Kurve ihr Maximum erreicht, als die auf photochemischem Wege gewonnene Intensitätskennzahl. Die Begründung dieser Abweichung kann darin erblickt werden, dass das Messungsbereich der Cd-Zelle nur aus unterhalb 305 m μ liegenden Wellenlängen besteht.

Bei diesen Messungen wurden je einstündige Beleuchtungen angewandt und es wurde vorausgesetzt, dass die Menge der zersetzten Oxalsäure bei gleichen Einstrahlungsverhältnissen proportional mit der Bestrahlungszeit zunimmt. Um diese Annahme zu rechtfertigen, haben wir in einer wolkenlosen Stunde, etwas vor Mittag, in welcher die relative Veränderung der Strahlung gering war, 5 Röhren Beleuchtungen von verschiedener Länge ausgesetzt. Die Ergebnisse waren die folgenden:

Tabelle IV. Zeitdauer-Messungen mit Röhren, Tihany, 16. 7. 1955

Röhre	t Wahre Ortszeit	Δt min	D cm	V-V cm ³	M mg
1	10.42—10.57	15	2,0	1,4	8,8
2	10.42—11.12	30	2,0	2,4	15,1
3	10.42—11.27	45	2,0	3,6	22,7
4	10.42—11.42	60	2,0	4,8	30,2
5	10.42—11.57	75	2,0	6,1	38,4

Wolkenbeobachtungen:

10 ^h	3/10: Cu cong. 2/10, Ac lent. 1/10	Sonne frei.
11 ^h	2/10: Cu cong.	Sonne frei.
12 ^h	3/10: Cu cong.	Sonne frei.

Der lineare Zusammenhang zwischen der Menge der zersetzten Oxalsäure und der Beleuchtungszeit wird durch *Abb. 3. (Seite 317.)* belegt. (Die schwach ausgeprägte Konkavität der Kurve kann aus der nach Mittag hin zunehmenden Strahlung erklärt werden.) Wie später gezeigt wird, darf man diese Linearität nicht auf längere Beleuchtungszeiten extrapolieren.

Im Laufe der Untersuchung des Tagesganges wurde auch vorausgesetzt, dass bei gleicher Beleuchtungsdauer die Menge der zersetzten Oxalsäure proportional mit der Spaltenbreite zunehme. Eine Überprüfung wird durch *Tab. V. und Abb. 4. (Seite 317.)* geliefert.

Tabelle V. Öffnungsgrösse-Messungen mit Röhren, Tihany, 18. 7. 1955

Röhre	t Wahre Ortszeit	Δt min	D cm	V-V ₁ cm ³	M mg
1	8.25—10.45	140	1,5	7,3	46,0
2	8.25—10.45	140	2,5	12,1	76,2
3	8.25—10.45	140	3,5	16,3	102,7
4	8.25—10.45	140	4,5	19,3	121,6

Wolkenbeobachtungen :

10 ^h	2/10 : Ac und.	Sonne frei.
11 ^h	3/10 : Cu cong 1/10, Ac und 2/10	Sonne frei.
12 ^h	3/10 : Cu cong 2/10, Ac lent 1/10	Sonne frei.
13 ^h	3/10 : Cu cong 3/10	Sonne frei.

Aus diesen Messungen geht es hervor, dass bei einer grösseren Öffnung die Menge der zersetzten Oxalsäure geringer ist, als es einer Proportionalität entsprechen würde. Dies dürfte wahrscheinlich dadurch erklärt werden, dass die beleuchteten und unbeleuchteten Teile der Flüssigkeit sich nicht vollkommen untereinander vermischen. Mehrere solche Messung führten zum gleichen Ergebniss.

Die Frage der Vermischung erleuchteter und nicht erleuchteter Flüssigkeitsmengen wird offenbar gegenstandslos, wenn man die ganze Flüssigkeitsmenge einer gleichmässigen Beleuchtung aussetzt. Dementsprechend wurden im nächsten Versuche 40 cm³ der Reagentflüssigkeit in eine offene Glasschale, die einen kreisförmigen Querschnitt hatte, gegossen. Der Durchmesser der Schale betrug 81,8 mm, die erleuchtete wagerechte Oberfläche betrug somit 52,7 cm². Mit solchen Schalen wurde die Linearität des Zusammenhanges zwischen zersetzte Oxalsäure und Beleuchtungsdauer untersucht. Die Ergebnisse sind aus Tab. VI. ersichtlich.

Tabelle VI. Zeitdauer-Messungen mit Schalen, Tihany, 16. 7. 1955

Röhre	t Wahre Ortszeit	Δt min	F cm ²	V—V ₁ cm ³ ¹	M mg
1	10.06—10.11	5	52,7	3,0	18,9
2	10.06—10.16	10	52,7	5,8	36,5
3	10.06—10.21	15	52,7	9,0	56,7
4	10.06—10.26	20	52,7	11,8	74,3
5	10.06—10.31	25	52,7	15,0	94,5
6	10.06—10.36	30	52,7	18,2	114,7
7	10.06—10.41	35	52,7	21,2	133,6
1	10.12—10.52	40	52,7	24,2	152,5
2	10.17—11.02	45	52,7	27,2	171,4
3	10.22—11.12	50	52,7	30,2	190,3
4	10.27—11.22	55	52,7	33,8	212,9
5	10.32—11.32	60	52,7	36,6	230,6
6	10.37—11.42	65	52,7	36,8	231,8
7	10.42—11.52	70	52,7	39,6	249,5

Wolkenbeobachtungen sind nach Tab. IV. mitgeteilt.

Aus Abb. 5. (Seite 348.) ersieht man, dass auch hier ein linearer Zusammenhang mit der Beleuchtungsdauer in Erscheinung tritt, doch wird die Linearität unsicher, wenn die zersetzte Oxalsäuremenge schon 75% des möglichen Maximalwertes (in unserem Falle 30 cm³ von den verfügbaren 40 cm³) erreicht. So können wir mit genügender Sicherheit behaupten, dass die Menge der zersetzten Oxalsäure proportional der Bestrahlungszeit angenommen werden kann, solange dieselbe nicht 50% des Maximalwertes erreicht hat. Auch besteht eine gleiche Beziehung mit der Strahlungsintensität.

Letzten Endes geht aus diesen Orientierungsversuchen hervor, dass man das photochemische Verfahren mit Oxalsäure als genügend empfindlich betrachten darf und dass die Anwendung des Verfahrens in der Meteorologie mit genügender Einfachheit verwirklicht werden kann. Wesentlich erscheint es, dass man die Fehler, die einer mangelhafter Durchmischung der Flüssigkeit entspringen, verhüten soll, d. h. die einheitliche Durchstrahlung der Flüssigkeit sollte gesichert werden. Unter dieser Bedingung sind Messungen über mehrere Stunden, über einen halben oder ganzen Tag schwierig durchzuführen. Aus diesem Grunde, und auch zwecks eines genauen Definierens der Messoberfläche, wollen wir es vorziehen, das Licht durch eine enge Kreisöffnung der Flüssigkeit im Quartzgefäss zugehen zu lassen, in ähnlicher Weise, wie es bei Messeinrichtungen denen Fall ist, in denen eine Photozelle benützt wird. Eine regelmässige Verteilung des eintreffenden Lichtes kann durch Anbringen einer Mattquartz-

platte oder eines Mattglasfilters unterhalb der Öffnung gesichert werden. Für solche Zwecke dürfte z. B. der Schott'sche Filter UG 5 (3 mm) geeignet sein, durch welchen das Empfindlichkeitsgebiet der Messung mittels Oxalsäure auf Wellenlängen unterhalb 400 m μ eingeschränkt wird (vergl. Abb. 1.), d. h. tatsächlich eine UV-Messung verwirklicht werden kann. Es wäre vorteilhaft, einen Aufbau des Instrumentes durchzuführen, der den photoelektrischen Apparaten nach *Günther* und *Tegetmeyer* [6] gleichen würde.

In der meteorologischen Praxis, namentlich bei Expeditionsmessungen, wäre es angezeigt, auf die umfangreichen chemischen Einrichtungen zu verzichten und an deren Stelle das Halbmikroverfahren von *Maucha* zu verwenden [7].

Für nützliche Ratschläge und Überlassen der Quarzröhren und Schalen möchten wir unseren Dank an *Dr. J. Mörík*, Forscher am Landes-Hygieneinstitut, sowie an *Dr. J. Péter*, Leiter des Laboratoriums der Ungarischen Staatseisenbahnen, ausdrücken.

SCHRIFTTUM

Siehe am Ende des ungarischen Textes, Seite 349.
