

IDŐJÁRÁS

59. ÉVFOLYAM 5. SZÁM. 1955. SZEPTEMBER—OKTÓBER

Kulin István:

Az agrárklimatológia néhány kérdése

Összefoglalás: Az agrárklimatológia adatgyűjtési és feldolgozási, valamint alkalmazási módszereinek az utóbbi időben történt fejlődését áttekintve a tanulmány a szegedi 85 évi csapadék- és hőmérsékleti adatsoron az egyik legegyszerűbb feldolgozási módszert mutatja be. Az ábrázoló módszer egyszerűsége ellenére igen jó támpontot nyújt az aktuális időjárási eseményeknek a sokévtizedes adatsor tükrében való mérlegelésére.

*

Некоторые вопросы аграрной климатологии. Рассматривая происходящее в последнее время развитие методов сборки, обработки и применения данных аграрной метеорологии, на основе 85 летних рядов наблюдений над осадками и температурами в г. Сегед, излагается один из наиболее простых методов обработки. Несмотря на простоту его, этот метод изображения дает обоснование для оценки актуальных погодных условий на фоне многодесятилетних рядов наблюдений.

*

Some problems in agricultural climatology. Reviewing recent developments which occurred in connection with the methods of collecting, processing and applying data in the field of agricultural climatology, the author is using one of the simplest methods for the study of the 85-year series of precipitation and temperature observations at Szeged. In spite of the simplicity of the adopted method of representation, a rather good insight is afforded concerning the relative importances of different weather events against the background of long-year series of observations.

*

Az agrometeorológia legrégebb s ma is legfontosabb és legalapvetőbb feladata az időjárás és a növényi életfejlődés közötti összefüggések kutatása. Ennek kezdettől fogva általános módja az, hogy a kapcsolatszámítás módszereivel kutatjuk az összefüggéseket a makroklima különböző elemei (a csapadék, hőmérséklet, napsütés, légnedvesség stb.), valamint a természetes környezetben élő növények fejlődése s végeredményben a termés mennyisége és minősége közt.

Az agrometeorológia az utóbbi évtizedekben igen gyors fejlődésen ment keresztül s fejlődése folyamán igen sokféle problémával kellett és kell ma is megküzdenie. Az időjárás és a növényi életfejlődés közötti összefüggések vizsgálatánál igen sok nehézséget okoz a növényi életre ható egyéb tényezők, az ún. környezeti tényezők hatásának az időjárási hatásoktól való különválasztása. Az éghajlatkutató műszereknek a talajtól 1,6—2 m magasra és fehér házikóban való elhelyezésével többé-kevésbé kivontuk ugyan a mete-

orológiai műszereket a környezet hatása alól, de azok a növények életében továbbra is éppúgy érvényesülnek.

A kapcsolatszámításoknál az agrometeorológia kezdetben elhanyagolta a különböző környezeti tényezők, nevezetesen a talaj, a felszíni alakulat, továbbá az élőlények, köztük az ember szerepét. A vizsgálatok azonban csakhamar megmutatták, hogy egyazon időjárási hatás a többi hatótényezőtől függően igen eltérő módon érvényesül a növények életében, továbbá hogy a különböző hatótényezők a meteorológiai tényezőkkel és egymással igen bonyolult kölcsönhatásban vannak s a növényi életre együttes hatásuk érvényesül. Különösen az emberi beavatkozás érzeteti sokféle módon hatását a növények életfejlődésében. Az ember a legkülönbözőbb agrotechnikai eljárással, különféle talajmunkákkal, táperő visszapótlással, vetésforgóval, különböző növénytermelési módokkal sokféle irányban hat a növények életére, s jelentős mértékben oly módon is, hogy a környezeti tényezők hatását és azok egymásra gyakorolt kölcsönhatását befolyásolja és különböző célok-
nak megfelelően irányítja és szabályozza. Az agrometeorológia mai haladottabb formája ezért a meteorológiai tényezők mellett a többi hatótényezőt is azok kölcsönhatásait is tanulmánya tárgyává teszi.

Az agrometeorológiai tudomány további fejlődése folyamán a kutatókra a problémák özönét zúdította az a tény, hogy az éghajlatkutató állomások által megfigyelt és feljegyzett időjárási adatok jelentős mértékben eltérnek a talajközeli légrétegek időjárási adataitól, ahol a növények élete lezajlik. Az agrometeorológiai kutatók figyelme ezért néhány évtized óta egyre inkább a talajközeli légtér, ún. mikroklimatikus légtér felé fordult, ahol finomabb műszerekkel már a környezeti tényezők hatásai és kölcsönhatásai közvetlenül is mérhetők. A növényi életszférán kívül eső nagy térség éghajlati és időjárási viszonyai sok agrometeorológiai kutató számára elvesztették vonzó hatásukat. A mezőgazdasági célú éghajlatkutatás, az ún. agrárklimatológiai kutatás kezdett háttérbe szorulni, s a makroklimakutatástól többé-kevésbé független mikroklimakutatási irányzat kezdett kifejlődni.

A mikroklimakutatás szerepe a mezőgazdasági tudomány fejlődésében ma már senki előtt nem lehet vitás s az eddig elmondottak is a mikroklimakutatás jelentőségét támasztják alá. Az egyre finomabb műszerekkel és módszerekkel dolgozó mikroklimatológia hivatott fényt deríteni a talajban és a növényi és állati szervezetben lejátszódó számos fizikai, kémiai és élet-tani folyamatra. Gyakorlati feladatai közé tartozik többek közt a különböző talajművelő és növénytermelő eljárásoknak a talaj meteorológiai folyamataira, különösen a talaj hő- és vízgazdálkodására gyakorolt hatásának tisztázása, különböző tájegységeknek megfelelő s az adott időjárási viszonyokhoz rugalmasan alkalmazkodó agrotechnikai eljárások kidolgozása. A mikroklimatikus térségekben uralkodó törvényszerűségek ismerete lehetővé teszi, hogy a növények életszférájának meteorológiai viszonyaiban mélyreható változásokat idézzünk elő s ezzel a növényi életfeltételeket kedvező irányba befolyásoljuk.

Bármennyire nélkülözhetetlen szerepet is tölt be a mikroklimatológia a mezőgazdasági tudományok fejlődésében, helytelen úton halad az agrometeorológiai kutatás, ha egyoldalúan belemerül a mikroklimakutatás bonyolult útvesztőibe s emellett elhanyagolja a mezőgazdasági célú makroklimakutatás (agrárklimatológia) egyidejű és párhuzamos fejlesztését, valamint a makroklimakutatás régebbi és újabb eredményeinek alkalmazását a mezőgazdasági tudományos kutatásban és gyakorlatban.

Nem szabad ugyanis elfelejtenünk, hogy a mikroklímák a makroklímákban helyezkednek el s tőlük nagymértékben függenek. Amikor a mezőgazda

különböző agrotechnikai eljárásokkal a meteorológiai tényezőket a növény életszférájában szabályozza, azok megfelelő mennyiségben való jelenlétét és érvényesülését a talaj és növény mindenkori igényeinek megfelelően irányítja, szóval amikor az ember a mikroklimatikus térségekben a természet folyamataiba beavatkozik, végeredményben a nagytérség éghajlati és időjárási adottságaihoz alkalmazkodik, azok előnyeit igyekszik megfelelő eljárásokkal kihasználni, avagy káros hatásait elkerülni. Ez már egymagában is amellett szól, hogy a makroklímakutatásnak a mikroklimakutatással párhuzamosan, kell folynia és fejlődnie. Ezt indokolja továbbá az is, hogy a makroklímakutatás több évtizedes eredményei a mikroklimakutatás néhány évi eredményeinek helyes mérlegelésénél nélkülözhetetlenek, valamint az is, hogy a makro- és mikroklimatikus térség meteorológiai viszonyai közt fennálló összefüggések megismerése a mikroklimakutatás eredményei gyakorlati alkalmazásának gyorsabb, tökéletesebb és területileg szélesebb lehetőségeit biztosítják.

Mindezekhez hozzátehetjük, hogy az utóbbi évtizedben is gyakran tapasztalt szélsőséges időjárási események, mint hosszantartó aszály, túlbő csapadék, huzamosabb időn át tartó napfény- és hőhiány, továbbá rövid időn keresztül jelentkező hőmérsékleti szélsőségek a mikroklimatikus viszonyoktól függetlenül egymagukban eldönthetik a termés sorsát.

A meteorológiai vonatkozású mezőgazdasági termelési problémák megoldásához *a kiindulást és első megközelítést mindig a makroklíma nagyvonalúbb, de sokkal áttekinthetőbb adatai alapján kell megtenni.* A finomabb élettani összefüggések vizsgálata a mikroklimakutatás módszereivel és műszereivel történik, de a felismert összefüggések gyakorlati alkalmazásánál nem nélkülözhetők a makroklímakutatás módszerei és eredményei.

A makroklímakutatás régi, többévtizedes módszerei az újabb időkben igen sokat fejlődtek. Szaporodtak és tökéletesedtek a megfigyelő műszerek, az általános éghajlatkutatósi célokra kívül nemcsak az agrometeorológiai, hanem az általános éghajlatkutató hálózat megfigyeléseinél is egyre inkább előtérbe lépnek különböző gyakorlati, főleg mezőgazdasági szempontok. Tökéletesedtek és finomodtak az adatfeldolgozási módszerek, amihez alapot ad és serkentőleg hat az az öröndetes tény, hogy egyre több állomásról és egyre hosszabb időszakról állanak megfigyelési adatok rendelkezésünkre.

Az Országos Meteorológiai Intézet 1871 óta hatalmas éghajlati adattömeget gyűjtött össze. Ez a részben feldolgozatlan, részben különböző éghajlati szempontok szerint feldolgozott adathalmaz óriási értéket képvisel a mezőgazdaság számára. Ez az érték a megfigyelési időszak hosszával egyre növekszik. Ma már olyan nagyszámú megfigyelő állomásról rendelkezünk több évtizedes sorozattal, hogy elérkezett az idő azoknak a korszerű mezőgazdaság számára való fokozottabb kiaknázására.

A hosszú sorozatú adatfeldolgozásnak legrégebbi és legegyszerűbb módja a sokévi átlagszámítás s azok térképes ábrázolása. A mezőgazdasági termelés szempontjából fontos éghajlati elemeket (csapadék, hőmérséklet, napsütés) feltüntető ilyen térképek minden nagyvonalúságuk mellett is sok hasznos útbaigazítást adnak a mezőgazdaság sok fontos kérdésében, így a tájtermelés kérdésében is. Rámutatnak arra, hogy a csapadékigényesebb, hőmérsékleti szélsőségekkel szemben kevésbé edzett, kényesebb, de egyben bővebben termő fajták termelését a Dunántúl nyugati megyéi biztosítják a legjobban. Az alföldi megyékben és a hasonló csapadékú dunántúli vidékeken szárazságtűrő és fagy iránt kevésbé érzékeny, fagyellenálló fajták termelése célszerű. Hő- és fényigényes növényfajok és fajták igényeit az Alföld középső részei,

különösen pedig a déli és délkeleti vidékek elégítik ki a legjobban. Hosszú tenyészidejű, bővebben termő fajták ugyanitt találják meg legkiegítőbb mértékben életfeltételeiket, mert a tenyészidőszak itt a leghosszabb, itt érnek leghamarabb véget a tavaszi fagyok s az őszi fagyok itt jelentkeznek legkésőbb. Ezek a vidékek a kiváló minőség termelésére is legalkalmasabbak.

Amint említettük, ezek az éghajlati és földrajz könyvekből közismert térképek a sokévi átlag alapján készültek. A sokévi átlag a különböző klíma-vidékek egymással való összehasonlítására s általában az éghajlat nagyvonalú jellemzésére igen jól használható és könnyen kezelhető éghajlati számérték. Egyazon vidéken az időjárás egyes eseményeit is könnyen lemérhetjük az átlag segítségével, olyan módon, hogy megállapítjuk a pozitív, vagy negatív irányú eltérések nagyságát.

A tervszerű termelésre áttért haladó mezőgazdaság igényeit azonban egy vidék éghajlatának és valamely időszak időjárásának egyedül a sokévi átlag alapján való mérlegelése nem elégíti ki. A mezőgazdasági szakemberek által is leggyakrabban használt átlagnak sok hiányossága van. Nem mutat rá az éghajlatnak igen sok fontos tulajdonságára s mint minden számos adatból számított számtani közép, a valóságban igen ritkán fordult elő. A tudományos alapokon nyugvó tervgazdálkodásnak a nagyvonalú éghajlati tájékoztatáson kívül szüksége van annak ismeretére is, hogy a *mezőgazdasági termelés szempontjából előnyös és hátrányos különböző időjárási események bekövetkezése milyen valószínűséggel várható, mégpedig az ország különböző vidékein és a termelés különböző szakáiban. Vagyis olyan éghajlati számértékekre van szüksége, amelyek rámutatnak a távoli jövő időjárásának lehetőségeire és valószínűségeire is.* A termelés folyamán különösen erősen káros, vagy egyenesen elemicsapásszerű időjárási események alkalmával merül fel azok rendkívülsége elbírálásának szüksége. Mindezekhez a megfigyelési anyagnak az eddiginél finomabb részletekbe menő feldolgozása szükséges. Meg kell állapítani elsősorban az egyes éghajlati elemeknek több évtizedre visszanyúló megfigyelése folyamán tapasztalt szélső értékeit, vagyis a legkisebb és legnagyobb értékeit, továbbá azt, hogy bizonyos értékek, pl. egy bizonyos hónapban a 100, 150 stb. mm-t meghaladó csapadék milyen gyakran fordult elő, avagy hányszor fordult elő a több évtizedes megfigyelési időszakban, hogy a júliusi csapadék a 20 mm-t, vagy a 10 mm-t sem érte el. Mennyi az a csapadékmennyiség, amelyre nagy valószínűséggel, pl. 75, 80, 90%-os valószínűséggel számíthatunk. Hányszor volt az elmúlt 50 év alatt májusi fagy, milyen erősségű volt az és a hónap melyik szakában jelentkezett. Szóval a klimatológia kifejezésével élve meg kell állapítanunk az egyes időjárási elemek bizonyos értékeinek a *gyakoriságát*.

Ezeket a többévtizedes megfigyelések alapján megállapított gyakorisági értékeket a jövőre vonatkozólag legalábbis *megközelítő valószínűségi értékeknek* tekinthetjük, a tapasztaláson alapuló azon elv alapján, hogy valamely vidéken olyan időjárási események, amilyenek a múltban ritkán fordultak elő, azokra a jövőben is ritkán számíthatunk, amelyek pedig a múltban gyakran előfordultak, azok bekövetkezésére a jövőben is nagy valószínűséggel esedékes.

Ilyen számértékek segítségével tehát tulajdonképpen a jövőbe tekintünk. Ez azonban egészen más természetű előrelátás, mint amelyet a napi prognózis, vagy a 15 napra szóló előrejelzés nyújt. Itt nem meghatározott időpontról van szó, nem arról, hogy lesz-e 1956-ban májusi fagy, vagy esős lesz-e 1957-ben a július, vagy az ősz, hanem hogy az ország különböző vidékein a múltak tapasztalatai alapján pl. 10 év alatt hány évben esedékes májusi fagy, esős

vagy száraz július, vagy bármelyik évszak. A kérdés természetesen nem intézhető el ilyen nagyvonalú jelzőkkel, hanem pontos számértékeket kell adnunk.

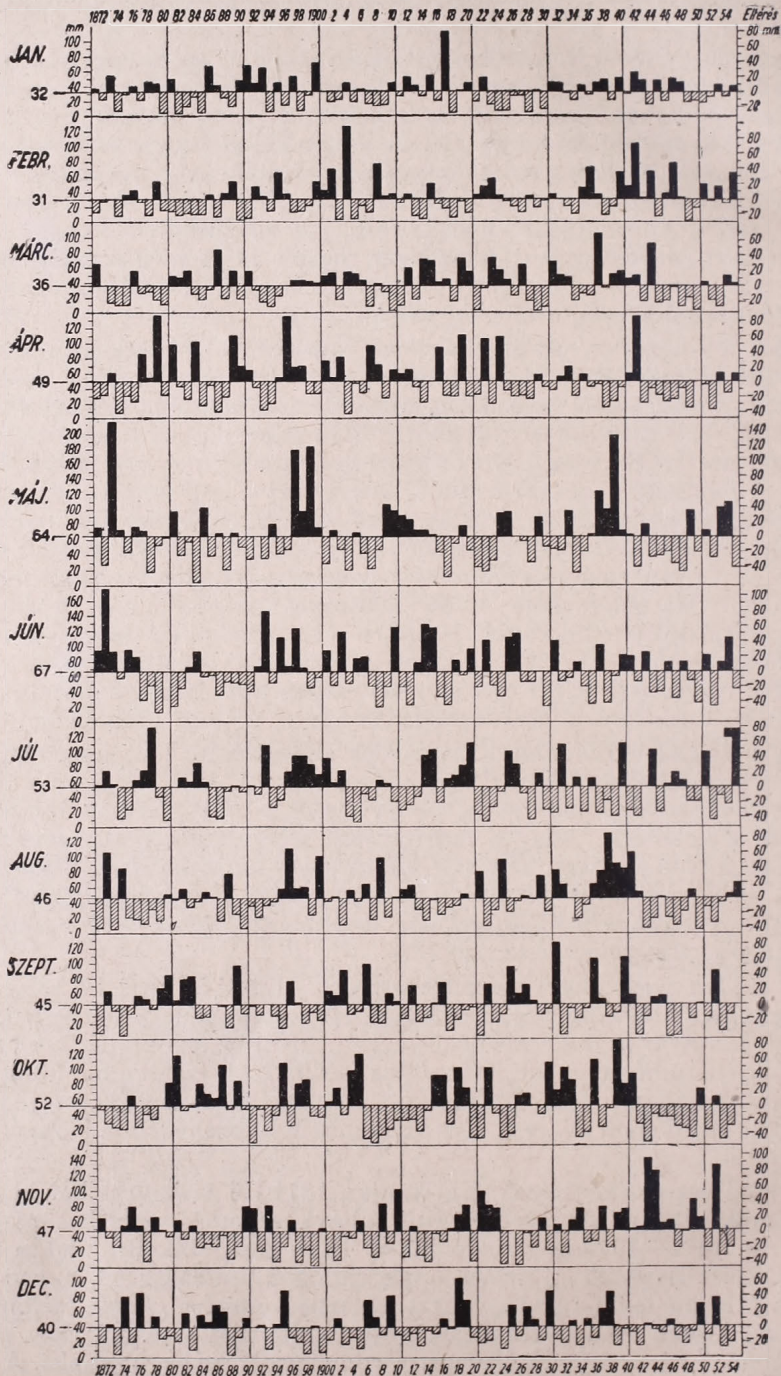
Ilyen természetű kérdéseket mezőgazdaságunk egyre nagyobb számban vet fel. Ezért a felszabadulás után megkezdtük a Meteorológiai Intézet hosszú évtizedek folyamán összegyűjtött adatkincsének a haladó mezőgazdaság igényeinek megfelelő feldolgozását. A csapadékkal kapcsolatos több százra rúgó táblázatos és térképes feldolgozások jelentékeny része a Meteorológiai Intézet kiadásában már könyv alakban napvilágot is látott, a hőmérséklet szélső értékeire vonatkozó feldolgozások is megjelentek könyv alakban, s a koraőszi és későtavaszi fagyoknak dátum és erősség szerinti, az egész országra kiterjedő, a valószínűségi értékeket is feltüntető táblázatos és térképes feldolgozása a befejezéshez közeledik.

Ezek a finomabb részletekbe menő éghajlati feldolgozások *a mezőgazdaságot legközvetlenebbül, vagy pedig közvetve érintő számos kérdésnek az eddiginél pontosabb és részletesebb tudományos alátámasztását adják meg, vagy segítik elő.* Ilyenek pl. a mezőgazdaság többéves terveinek elkészítése, a tájtermelés, ami alatt azt értjük, hogy lehetőség szerint minden növényt olyan éghajlati és talajviszonyok közt termeljünk, amely az illető vidék igényeinek a legtökéletesebben megfelel. A különböző éghajlati gyakorisági, illetve valószínűségi értékek igen nagy segítséget nyújtanak a növénynevelés és honosítás, a növényvédelem, valamint a mezőgazdasági üzemvezetés több fontos kérdésében. Hasonlóképpen ilyen adatokra támaszkodnak a különböző természetátalakító munkálatok is, pl. a vízgazdálkodási kérdések komplex megoldása, az ármentesítés, öntözés, vízienergia kihasználása, továbbá a valószínűsítő erdősávok telepítése, a talajvédelem különböző módozatai. Szóval a tervszerű termelésre áttért mezőgazdaságunk számos problémája.

Ilyen és hasonló mezőgazdasági célok elősegítésére több adatfeldolgozási, ábrázolási és alkalmazási módszert dolgoztunk ki. Közülök a továbbiakban egy egészen egyszerű módszerrel s annak is csupán a grafikus ábrázolásával kívánjuk szemléltetni, hogy a megfigyelési anyag egészen egyszerű elrendezésével is milyen *gyorsan áttekinthetjük az egyes időjárás elemek több évtizedes múltját, milyen jó alapot kapunk a mezőgazdasági szempontból fontos aktuális időjárás események helyes mérlegelésére, továbbá az időjárás jövőbeli lehetőségeire és valószínűségeire való következtetésekre.*

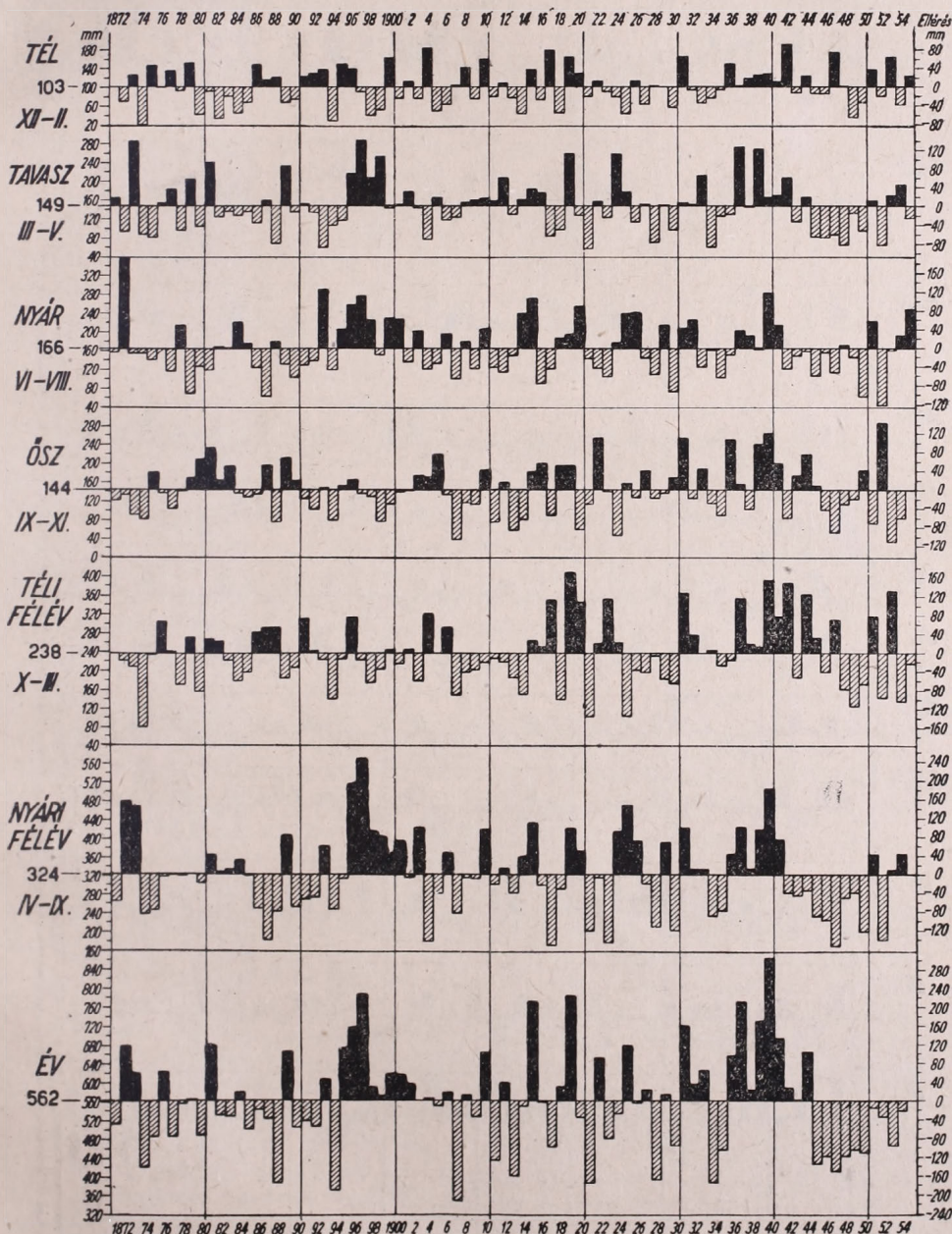
Az *1. ábra* Szeged havi csapadékösszegeit tünteti fel 1871-től 1955 augusztus végéig, a *2. ábra* ugyanezen 85 éves időszakról a négy évnegyed, vagyis a tél, tavasz, nyár és őszi csapadékösszegeit, továbbá az október 1-től március végéig terjedő 6 hónapos téli félév, és az április 1-től szeptember 30-ig terjedő ugyancsak 6 hónapos nyári félév, majd a polgári év csapadékösszegeit. A hőmérsékleti grafikonok (*3. és 4. ábra*) ugyanezen időszakokról a középértékeket szemléltetik.

A havi csapadékösszegek grafikonján 1871-től 1955-ig a baloldali skála szerint milliméter papíron felrajzoltuk a havi csapadékösszegeket. Majd meghúztuk az 1871—1950-ig terjedő 80 év havi átlagértékeit. Ezután már az átlagon felüli csapadéknál nem a teljes oszlopot tüntettük fel, hanem annak csak az átlagon felüli részét, vagyis a pozitív eltérést (*fekete oszlopok*). Az átlagosnál kisebb csapadékösszegek negatív eltérését a vonalkázott oszlopok tüntetik fel, s itt a csapadékösszeget a vonalkázott oszlop alja jelzi. A pozitív és negatív eltérés nagysága a jobboldali skálán közvetlenül leolvasható. A többi grafikon ugyanezen elv alapján készült.



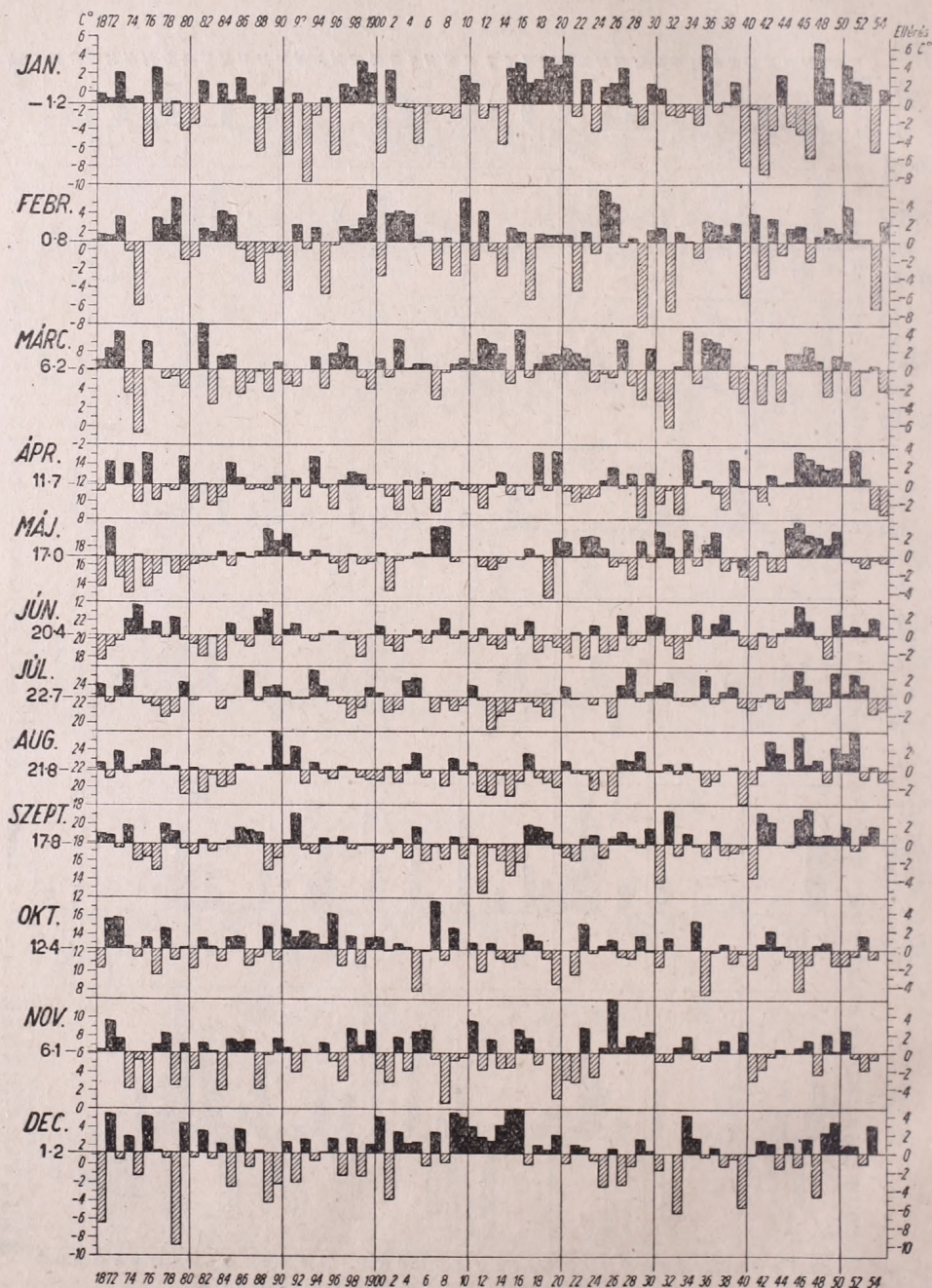
1. ábra. Havi csapadékösszegek és azok eltérése az átlagtól, Szeged 1871—1954.

A grafikonokról tehát leolvasható 1871-től kezdve minden hónap, negyed-
 év, félév és év csapadékösszege, illetve középhőmérséklete, a 80 évi átlag,
 az átlagtól való pozitív és negatív eltérés nagysága, a 85 év alatt előfordult



2. ábra. Negyedévi, félévi és évi csapadékösszegek és azok eltérése az átlagtól, Szeged 1871–1955.

szélső esetek, azok éve, valamint különböző gyakorisági értékek, amelyekről a továbbiakban lesz szó. A köztudatban eléggé meggyökeresedett felfogás az, hogy az átlag általában gyakran előforduló érték s számos tervezés ezen felfogás



3. ábra. Havi középhőmérsékletek és azok eltérése az átlagtól, Szeged 1871—1955.

alapján készül. Ezen felfogás alapján ha valamely vidék sokévi csapadék-átlagja vagy hőmérsékleti átlaga megfelel egyes növények igényeinek, ezzel a kérdés többé-kevésbé nyugvó pontra jut.

Ezzel szemben valamennyi grafikon azt mutatja, hogy mind a csapadék-összeg, mind a hőmérsékleti közép szóródása hazánkban nagy és hogy az átlag igen ritkán előforduló érték. A csapadékkal kapcsolatos vizsgálataink szerint egy hónapos időszakban az átlagossal pontosan egyező érték gyakorisága 1—2%, s az átlagosnál 10 %-kal nagyobb és kisebb értékek közötti, *átlag-körülínek nevezhető értékek gyakorisága egy hónapos időszakban országos átlagban csak 12—15% közt van, vagyis általánosságban csak 7—8 évenként egyszer számíthatunk átlagkörüli érték bekövetkezésére, az átlagtól távolabb álló egyes érték kategóriák valószínűsége ennél jóval nagyobb lehet.*

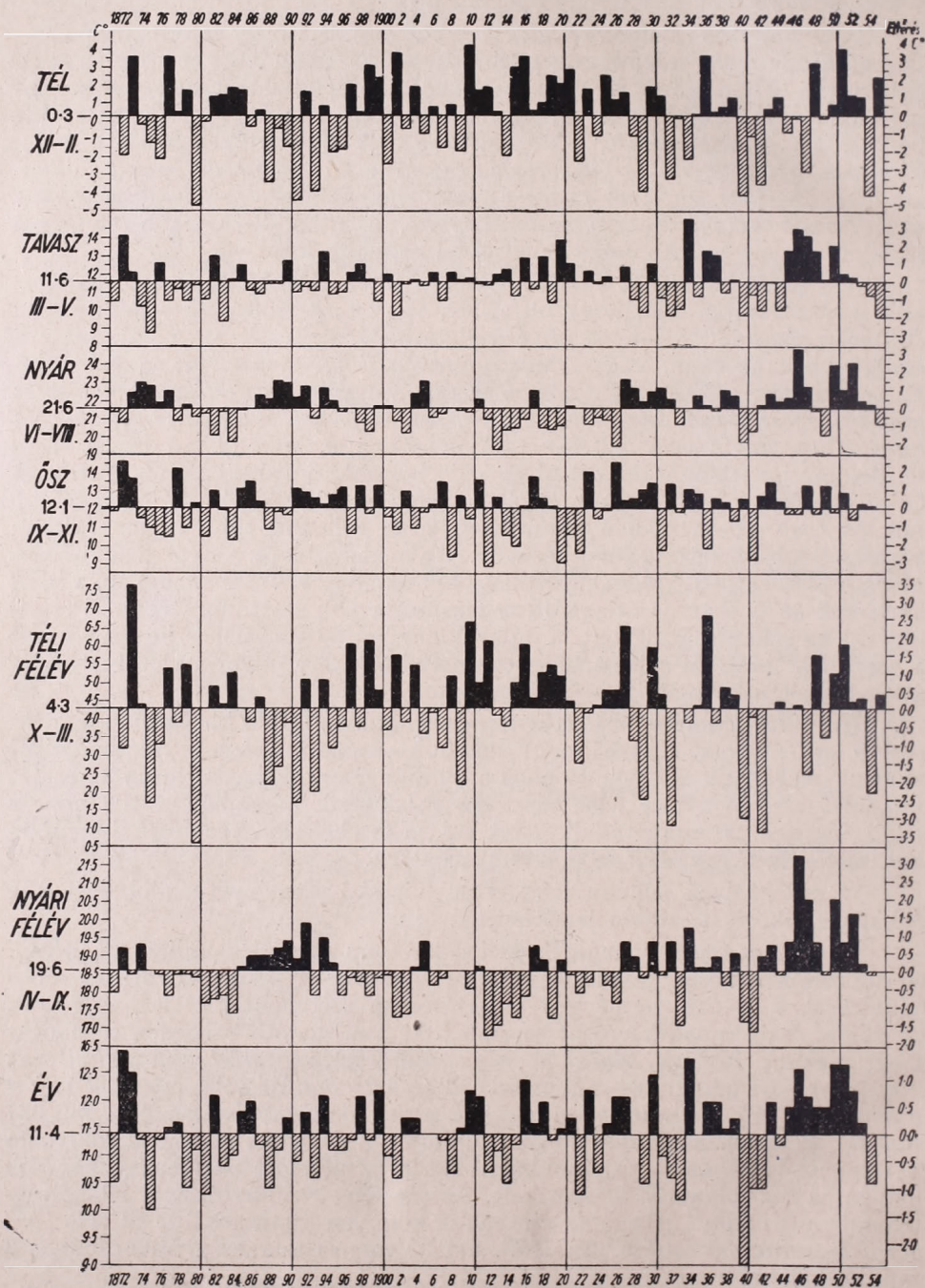
Nem fejezi ki hűen a valóságot az a szintén eléggé általánosan hangoztatott megállapítás sem, hogy pl. az év, vagy tenyészidőszak sokévi átlaga általában elegendő bizonyos növények termelésére, csak az a baj, hogy a csapadéknak az éven, vagy *tenyészidőszakon belüli megoszlása nem kedvező.* Ez rendszerint így is van, de a másik és a nagyobb hiba ott van, hogy az év vagy a tenyészidőszak átlagértékének megfelelő csapadékösszeg az esetek nagyobb részében egyáltalán nem hull le. Hazai viszonyaink közt pl. az ország egész területére vonatkoztatott átlagban egy hónapos időszakban az eseteknek 55—58%-ában s több vidéken ennél is nagyobb %-ban az átlagnál kevesebb esik és csak 41—44%-ban számíthatunk az átlagnál több és nem ritkán károsan sok csapadék bekövetkezésére. Ha megnézzük pl. a szegedi augusztusi csapadéksorozatot (1. ábra), azt találjuk, hogy 85 év közül 47 évben, vagyis az esetek 55%-ában az átlagnál (46 mm) kevesebb esett. Egy vonalzó segítségével megállapíthatjuk azt is, hogy 21 évben 23 mm-nél is kevesebb volt a csapadék, ami azt jelenti, hogy az eseteknek 25%-ában augusztusban az átlag felénél is kevesebb csapadék esedékes.

Ha július hónapban a kettős termelés szempontjából kielégítő csapadék-összeg, pl. 60 mm, illetve annál nagyobb csapadékösszegek valószínűségét akarjuk megállapítani, vonalzóinkat a 60 mm magasságba helyezve 32 esetet találunk, ami 38%-nak felel meg. Ha valamelyik hónapban a 100 mm-en felüli, vagy pl. 20 mm-en aluli esetek száma és valószínűsége érdekel bennünket, ugyanilyen egyszerűen módon leolvashatjuk.

Az utóbbi évek néhány rendkívüli időjárási eseményét a több évtizedes éghajlati tükörben szintén lemérhetjük.

Az 1952-es őszi folyamán Szegeden 287 mm csapadék hullott (2. ábra). A túlbő esőzés erősen késleltette az őszi betakarítási, talajelőkészítő és vetési munkákat s az őszi termények elraktározása szempontjából is káros volt. A 84 évi őszi csapadéksorozat szerint 1871 óta, amióta Szegeden csapadék-megfigyelések folynak, *ilyen bő őszi esőzés egyetlenegyszer sem fordult elő.* Az 1940-es őszi eddigi 264 mm-es rekordjánál 23 mm-rel több esett. *Mindjárt a következő, 1953-as esztendőben a másik véglét következett be.* Az előző évi 287 mm-rel szemben mindössze 33 mm hullott. A szárazság erősen akadályozta a talajelőkészítő és vetési munkákat s az elvetett vetőmag ekkor sok helyen az őszi folyamán ki sem kelt. Az esemény rendkívülisége, sőt kétség-telenül „vis major” jellege az esetben is könnyen kimutatható. *Ez volt 1871 óta a legszárazabb ősziünk.* Az 1907. évi 39 mm-es szárazsági rekordnál is 6 mm-rel kevesebb esett.

1952 áprilisában mindössze 12 mm hullott (1. ábra), amit különösen a tavaszi vetések szenvedtek meg. A 85 évi sorozatban ennél csak 4 szárazabb



4. ábra. A hőmérséklet negyedévi, félévi és évi középértéke és azok eltérése az átlagtól, Szeged 1871–1955.

esetet találunk, vagyis 6%-os valószínűséggel (átlagosan 16 évenként egyszer) esedékes ennél szárazabb április. Tehát ez is rendkívüli esetnek minősíthető.

Az idei május középhőmérséklete 16,3 ° volt (3. ábra), 0,7 C°-kal kevesebb, mint a 80 évi átlag. A 85 évi sorozat szerint ez nem egészen ritka jelenség, mert 85 május közül 26 évben ennél hűvösebb volt a május, vagyis az esetek 31%-ában (átlagosan kb. minden 3. évben) ennél hűvösebb május esedékes. Ez idén azonban nemcsak a május volt hűvös, hanem az április és március is, vagyis a tavasz mindhárom hónapja. Ha már most a tavaszi évnegyedet vizsgáljuk (melynek középhőmérséklete 9,6 C° volt), azt találjuk, hogy *ebben az évszázadban ez volt a leghidegebb tavasz* (hozzá hasonló tavasz 1940-ben, 32-ben, 29-ben és 1902-ben volt) s a múlt század utolsó 30 évében is csak 1883-ban és 75-ben volt a tavasz az ideinél hidegebb (4. ábra).

A folyó évi július havi 141 mm-es csapadékösszeg abszolút júliusi rekord 1871 óta, s az 1878. évi 132 mm-es júliusi rekordot 9 mm-rel haladja meg (1. ábra).

A grafikonok azt mutatják, hogy a *száraz és nedves, hűvös és meleg hónapok, negyedévek, félévek és évek gyakran csoportosan jelentkeznek. Éveken át tartó egyik irányú eltérést gyakran éveken át tartó másik irányú eltérés követ. Kísérleti eredményeink elbírálásánál ezt feltétlenül figyelembe kell venni.* Előfordul ugyanis, hogy több éven át tartó kísérlet éppen belesett egy éveken át tartó kedvező, pl. csapadékos, vagy meleg időszakba. Megfelelő éghajlati tájékozottság hiányában a kutató a 3 vagy 4 éven át tapasztalt kedvező időjárást az illető vidék éghajlatával azonosítja s idő előtt általánosítja kísérleti eredményeit. Avagy pedig éppen megfordítva, 3 vagy 4 éven át tartó, egészen ritkán előforduló kedvezőtlen időszakban végezte kísérleteit s ha ennek rendkívüliségét nem áll módjában megállapítani, a kedvezőtlen eredmény hatására esetleg lemond egyébként értékes kísérletekről.

Érdemes megvizsgálunk az utóbbi 10—15 év időjárását, minthogy több hőigényes növény honosítása erre az időszakra esik s mezőgazdaságunk igen sok vonatkozásban különösen az utóbbi 10 esztendő tapasztalatára épít. Nem éreketlen tehát, mennyiben általánosíthatók ezek a tapasztalatok. A 85 évi sorozat szerint az utóbbi 10—15 év időjárása egészen rendkívüli volt. Az 1942-től kezdve a rendkívüli meleg nyarak és különösen a nyári félévek csoportosan jelentkeztek. A felszabadulás óta Szegeden 3 olyan meleg nyarunk volt, amilyen 1871 óta nem fordult elő, a nyári félévek között pedig 4 emelkedik erősen minden eddigi rekord fölé (4. ábra). Ezzel párhuzamosan az erősen száraz nyári évnegyedek s különösen a nyári félévek csoportos jelentkezése szintén egészen rendkívüli éghajlati jelenség volt egészen a legutóbbi évekig (2. ábra). A 85 évi éghajlati sorozatunk szerint *olyan éveken át tartó egyirányú kilengéssel állunk szemben, amely előbb-utóbb a másik végletbe mehet át, aminek jelei az utóbbi években a felhozott példáink szerint is mind a csapadék, mind a hőmérséklet alakulásában már mutatkoznak is.* A hosszabb időre szóló mezőgazdasági tervezésnek, a mezőgazdasági üzemvezetésnek és a növénynevelésnek feltétlenül figyelemmel kell lennie arra, hogy különösen a felszabadulás óta több kísérleti növényünk honosításával és nemesítésével és a termelésbe régebben bevont növények termelésével kapcsolatos tapasztalataink *egészen rendkívüli időjárási viszonyok között jöttek létre, s ezért azokra csak részben és csak feltételeken lehet építenie.* A több évtizedes éghajlati tapasztalataink szerint ugyanis *a hűvös és csapadékos nyaroknak és nyári féléveknek olyan mérvű és olyan csoportos jelentkezésére is számítani kell, mint amilyeneket 85 éves sorozatunk mutat.*

Munkahelyek komfortjának jellemzése*

Összefoglalás : A munkaklíma kutatása az orvosmeteorológia jól körülhatárolt, nagy gyakorlati fontosságú munkaterülete, mely számos új vizsgálati módszer kialakítását teszi szükségessé. A munkaklíma meteorológiai tényezői nagy mértékben hatnak a dolgozók egészségére, ezért a soron következő legfontosabb feladatunk a komfortkutatás eredményeinek figyelembevételével hazai munkaklíma-normák megállapítása. Ez a feladat azonban csak a bioklimatológiával foglalkozó kutatások szoros együttműködésével oldható meg.

★

Характеристика комфорта рабочих мест. Изучение климата рабочих мест является частью большого практического значения медицинской метеорологии, требующее разработки новых методов исследования. Метеорологические факторы климата рабочих мест сильно влияют на здоровье трудящихся и поэтому наша первоочередная и самая важная задача установить нормы климата рабочих мест в нашей родине с учетом результатов исследований комфорта. Однако задачу эту можем разрешить только в тесной связи с биоклиматологическими исследованиями.

★

Characterization of comfort in workrooms. The investigation of climatical conditions in workrooms is to be regarded as a well defined, practically rather import branch of medical meteorology, in which the necessity for the creation of a certain number of new investigation methods arouses. As the factors of the climate of workrooms are sources of important influences affecting the health of the workers, it becomes an urgent task to establish, based on investigations of comfort, standards of workroom-climate for this country. The solution of this problem can only be reached by a close cooperation of the workers in the field of bioclimatology.

★

Munkahelyek klímájának vizsgálata során mind elméleti, mind gyakorlati szempontból számos kérdés merül fel. Ezek közül most csak hárommal foglalkozunk bővebben : 1. Melyek azok a környezeti feltételek, amelyek a dolgozó ember jó közérzetét, komfortérzését megszabják. 2. Melyek azok a biológiai hatások, amelyeket a munkahely meteorológiai feltételei váltanak ki. 3. A munkaklíma komfortos volta a különböző vizsgálati módszerekkel milyen mértékben jellemezhető.

Munkahelyen bioklimatológiai szempontból kétféle hatással kell számolnunk. A földrajzi helyzetből folyó és az adott időjárással összefüggő általános, valamint a munkavégzéssel kapcsolatos különleges klímahatással. Ez utóbbi döntő módon megszabhatja a munkaklíma kialakulását (pl. bányák, nehézipari melegüzemek, textilgyárak, mélyhűtés stb.). Meteoropata egyén természetesen munkahelyén is reagál az időjárás változásra, ennek folyamánaképpen a balesetek száma is megnőhet. Sok üzemben azonban a munkaklíma hatása az időjárás hatásánál lényegesen erősebb.

A munkaklíma kutatásra jellemző, hogy a kedvezőtlen környezeti feltételeket nem tekintjük megváltozhatatlan adottságoknak, hanem az ártalmas ágens kutatásával egyidejűleg keressük az ártalom megszüntetésének, vagy jelentős csökkentésének lehetőségét is. Ezt csak úgy valósíthatjuk meg, ha ismerjük azokat a tényezőket, melyek a dolgozó ember jó közérzetét megszabják. E tényezőket három csoportba oszthatjuk :

* A Magyar Meteorológiai Társaság 1955. évi vándorgyűlésén tartott előadás.

1. A központi idegrendszerre kifejtett környezeti hatás, pl. a testi vagy szellemi munkavégzéssel kapcsolatos fáradtság, vagy az érzékszerveken keresztül megnyilvánuló fény, szag, zaj, íz és rázkódás hatása.

2. A környezet fizikai jellegű hatása, mint pl. a meteorológiai tényezők által kifejtett hatás a szervezet hőleadására, elektromágneses és korpuszkuláris sugárzások.

3. A környezet kémiai jellegű hatása ; ide soroljuk a különböző mérgező hatású levegőszennyeződések.

Munkahelyen tehát a jó közérzet csak akkor biztosítható, ha valamennyi felsorolt tényező kedvezően alakul. Annak ellenére, hogy egyes üzemekben egy bizonyos speciális klímahatás dominálhat, pl. sugárzások, levegőszennyeződések, a levegő fizikai állapotának szélső értékei, mégis szem előtt kell tartanunk, hogy mindig komplex környezeti hatással állunk szemben.

Itt kell megjegyeznünk, hogy néhány, a bioklimatológiában szokásos kutatómódszer a munkaklíma vizsgálatánál még nem került széleskörű felhasználásra (pl. a levegő ionosodásának, vagy Aran tartalmának vizsgálata).

A komfort fogalommal kapcsolatosan még egy kérdéstről kell említést tennünk : ez az *alkalmazkodás*. A külső környezet az emberi szervezetre ingerként hat. Az inger jellegétől függő módon a szervezet erre reagál, és az idegrendszer irányítása alatt egyes funkciói megváltoznak. Ha ez a változás az ember egészségét, jó közérzetét nem befolyásolja, azt mondjuk, hogy a szervezet alkalmazkodott. Az alkalmazkodás természetesen az inger nagyságától és időtartamától függ. Ha az inger túl erős, vagy hosszú ideig tart, a szervezet nem tud alkalmazkodni és kóros reakciók léphetnek fel. Éppen ezért komfortosnak azt a munkaklimát tartjuk, ahol a dolgozó jól érzi magát és a szervezet alkalmazkodóképessége 8 órai munkaidő alatt sincs túlzottan igénybe véve. Diszkomfortról beszélünk akkor, ha a környezeti ingerhez való alkalmazkodás csak nehezen, rossz szubjektív érzés mellett valósul meg.

E kérdéssel kapcsolatosan szeretnénk egy gyakran felmerülő tévedésre felhívni a figyelmet. Sokan ugyanis azt hiszik, hogy a komfortos munkaklíma egyértelmű az *ingerszegény klíma* megjelöléssel. Ezért tévesen, munkahelyek szellőztetésének tervezésekor klimatikus gyógyhelynek is beillő követelményekkel lépnek fel. *Ez a felfogás teljesen helytelen.* A szervezet fiziológiai határok közötti alkalmazkodóképességét meg nem haladó külső inger nem káros és a szellőztető-klimatizáló berendezésekkel szemben támasztott indokolatlanul magas követelmények pénzügyi és egyéb okokból gyakran arra vezetnek, hogy semmilyen, vagy csak részmegoldás kerül kivitelezésre.

A következőkben áttérünk azokra a biológiai hatásokra, melyek a munkahelyek meteorológiai tényezőivel kapcsolatosak. A levegő hőmérséklete, páratartalma, a légáramlás és a környezeti hősugárzás a szervezet hőleadási módját szabja meg. Mint ismeretes, a nyugvó, ülő ember óránként 100 kalóriát, a fizikai munkát végző 2—400 kalóriát termel, melyet konvekció, konvekció, párolgás és sugárzás útján ad le. A hőleadás felülete az ember bőre és tüdeje. Annak ellenére, hogy a légzőfelület lényegesen nagyobb mint a bőrfelszín, mégis a tüdön keresztül leadott hő csak néhány százalékát teszi a termelt kalóriáknak. A bőrfelszín hőleadását a bőr hőmérséklete és a verejtékezés mértéke szabja meg. A külső hőingerre a szervezet a bőrerek tágasságát változtatja és így a bőrhőmérséklet is változik. Ha a levegő hőmérséklete a testhőmérséklet (37 °C) alatt van, akkor a bőr hőmérséklete magasabb mint a levegőé. Az egyes testrészek között nagy ingadozás figyelhető meg. Pl. a homlok hőmérséklete 31—34 °C, a láb hőmérséklet 20—28 °C

között ingadozik. A kondukción, konvekciós sugárzásos hőleadás annál jelentősebb, mennél nagyobb a különbség a környezet és a bőrfelszín hőmérséklete között.

Meleg környezetben a szervezet hőegyensúlyát elsősorban a verejtékezés biztosítja. Nyugalomban $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ levegőhőmérséklet mellett óránként 15—50 grammra tehető az elpárologtatott vízmennyiség. Meleg üzemben nehéztesti munkavégzés közben 1000 grammra is felmehet az elpárologtatott verejték mennyisége.

A fentiekben röviden vázolt hőleadási módokat a szervezet fizikai hőszabályozásának hívjuk. Kémiai hőszabályozás alatt azt a szervezeti reakciót értjük, mely a külső hőingernek megfelelően a hőtermelést szabályozza.

A bőrhőmérséklet alakulása és a környezet közötti kapcsolatot jól mutatják *dr. Bánságival* téli időben közösen végzett bányavizsgálataink. Ennek során azt találtuk, hogy miközben a bányász a külső $5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletről a $31,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű munkahelyre megy, bőrhőmérséklete is jelentősen emelkedik. Legnagyobb emelkedést, $8,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot az orr hőmérséklete mutatta. A bőrhőmérséklet ilyen nagyfokú ingadozása magyarázatul szolgálhat a bányászok közötti gyakori, ún. rheumás megbetegedésekre. Mint ismeretes, a rheumás és mozgásszervi megbetegedések egyik oka az erek megváltozott reakciókészsége, így érthető, hogy erre hajlamos egyének erei az erős hőingadozáshoz nem képesek alkalmazkodni, tehát megbetegedés lép fel.

A bőrhőmérséklet alakulásával kapcsolatosan még egy érdekes adatot említhetünk. Ismeretes, hogy a konvekciós hőátadás a légáramlás hatására nő. *Tarjánnéval* végzett melegüzemi vizsgálatukban azt találtuk, hogy $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ levegőhőmérséklet esetén a ventilátorral keltett légáramlás hatása csak addig kedvező, míg a dolgozó bőre verejtéssel fedett. Ugyanis ilyenkor a légáramlás a verejték elpárolgását fokozva hűtőhatású. Ha azonban a bőr megszáradt, előtérbe lép a konvekciós hőátadás és a 37 fokos bőrt a 40 fokos állandó levegő oly mértékben melegíti, hogy az kellemetlen hőérzetet vált ki.

A meleg környezet azonban nemcsak a bőrrekre és a verejtékezésre hat, hanem a szervezet sok más funkcióját is érinti. Így pl. kimutatták, hogy 4 órai kézi kazántisztítás után a verejtékezésen kívül a pulzus és légzésszám két-háromszorosára is emelkedik, a vérnyomás 25 — 30% -kal esik, a testhőmérséklet pedig 38 — 39 fokot is elérhet.

Az akút hatások természetesen krónikus elváltozásokat is létrehozhatnak. *Timár Miklós* pl. 212 kohó- és kemenceépítő munkás vizsgálatánál kimutatta, hogy röntgennel megállapíthatóan $12,3$ százalékban a szív balra megnagyobbodott volt, a hőhatásnak ki nem tett hasonló testi munkát végzők $5,4$ százalékával szemben.

A munkaklíma hatása megnyilvánul bizonyos mértékig a megbetegedési statisztika alakulásában is. Míg melegüzemekben (pl. kohászat, gépgyártás, textilüzemek) elsősorban a heveny légúti megbetegedések, ún. *influenza*, továbbá emésztőszervi megbetegedések a gyakoriak, addig a nedves hidegüzemekben (pl. bőr, szőrmeipar), vagy a változó klímájú helyeken (pl. bányászat, építőipar), inkább *rheumás* és *mozgásszervi*, valamint bőrpanaszok fordulnak elő.

Ezekután néhány gyakorlati példán ismertetjük a munkaklíma vizsgálatával kapcsolatosan felmerülő kérdéseket. Természetesen olyan munka-

feltételekről beszélünk, ahol a szervezet hőszabályozását befolyásoló környezeti hatáson kívül az egyéb klímatervezők elhanyagolhatók.

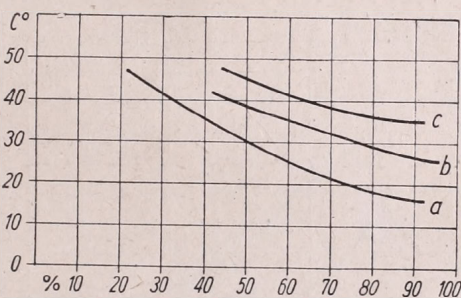
Az 1. ábra a levegőhőmérséklet és páratartalom közötti összefüggés alapján mutatja a komfort, diszkomfort és elviselhetőségi határokat. Számos kutató vizsgálata alapján a fülledtség érzése akkor lép fel, ha a levegőben a vízgőz nyomása a 14,08 Hgmm-t meghaladja. E fölött ugyanis a párolgásos hőleadás megnehezül és ez váltja ki a fülledtség érzését. Az alsó görbe ezt az értéket tünteti fel. Ez alá esik tehát a komfortos zóna. A felső görbe 47 Hgmm-nek megfelelő párányomási értékeket jelöl. Ez azért jelent határértéket, mert 37 fokos telített vízgőznyomásnak, vagyis az egészségesen elérhető maximális bőrhőmérséklet értékének felel meg. Ezen értékek fölött a szervezet egészséges állapotban nem képes párolgással hőt leadni és ezért ez az elviselhetőség határa. A középső görbe 22 Hgmm-es párányomásnak felel meg és gyakorlati méresek alapján a nehéz testi munkavégzés határát tünteti fel.

Az ábra alapján számos gyakorlati következtetés vonható le. Az *a*) görbe legmegfelelőbb értékeket tüntet fel, ezért ezek megvalósítására kell törekedni a tervezésnél. Ha a gyártástechnológia

párásabb munkakörülményeket teremt, a *b*) vonalig terjedő hőmérsékleti és páratartalom értékeket engedhetünk meg. A *b*—*c* görbe közötti terület nehéz testi munka végzésre alkalmatlan klímát jelöl, ezért itt különleges intézkedések megtételére van szükség. *Bánságival* folytatott bányavizsgálatainkban megállapítottuk, hogy általában 95% körül van bányákban a relatív nedvesség, és a hőmérséklet egyes helyeken meghaladja a 25 fokot. A munkahelyek hűtése áthúzó szellőztetéssel, különösen nyáron, nem valósítható meg eredményesen. Így magától adódik a megoldás, hogy ha nagyfokú gépesítéssel a szénfejtés nehéz testi munkáját a gépkezelés ülő könnyű munkájára alakítjuk

át, adott körülmények mellett a *b*—*c* görbék között is elviselhető munkafeltételeket teremthetünk. Textilüzemekben a fonalszakadás csökkentésére klimatizáló berendezésekkel 27 fok hőmérséklet mellett 70% relatív nedvességet tartanak fenn. Ezeken a helyeken a nyári meleg időben igen sok egészségi panasz fordul elő. Ennek egyik oka, hogy akkor is fenntartják a 70% relatív nedvességet, amikor a levegőhőmérséklet a külső időjárás következtében emelkedik. Ennek következményét az ábrán nyomonkövethetjük. A 70% relatív nedvesség vonalán a 27 fok már feljebb esik a legkedvezőbb határértéknél, de könnyű testi munka végzésnél még nem okoz diszkomfort érzést. Ahogy emelkedik a hőmérséklet, ennek megfelelően elérjük a nehéz testi munkavégzés, valamint az elviselhetőség határát. Ebből tehát következik, hogy meleg nyári időben 27 fok felett a 70% relatív nedvesség *nem tartható fenn*.

A hőszabályozást, mint ismeretes, nemcsak a levegő hőmérséklete és páratartalma, hanem a légáramlás sebessége és a hősugárzás is befolyásolja. Éppen ezért az 1. ábra csak meghatározott esetekben alkalmazható. Azokat a mikroklima jelző módszereket, melyek különböző klímakomponensek együttes hatását tüntetik fel, nem ismertetem részletesen. Ezek egy részénél

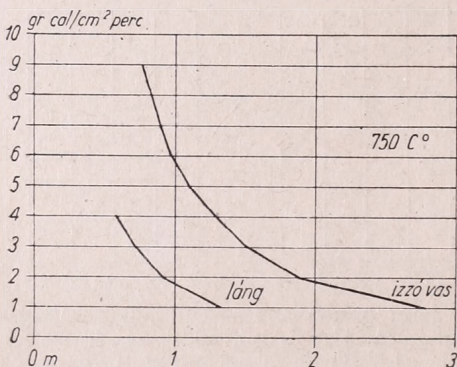


1. ábra. A közérzet alakulása különböző léghőmérséklet és rel. nedvesség értékeknél. *a*) Fülledtségi határérték (Castens—Landcaster—Ruge) *b*) Teljesítménycsökkenés nehéz testi munka végzésnél (Ehrismann—Hasse) *c*) Elviselhetőség határa (Wezler—Thauer)

külön-külön mért levegő állapotnéyszókat használunk fel, pl. *equivalens* és effektív hőmérsékletet, operatív hőmérsékletet, *van Zuijlen*-féle számot stb., míg másoknál komplex mérőműszerekkel dolgozunk. Pl. katatermóméterrel, frigorméterrel. Mindkét mérési módot egyesíti a *Wagner*-féle bioklimatikus integrátor.

A következőkben két kísérletsorozatot ismertetek. Az egyik az üzemi hősugárzás mérésére, a másik a melegüzemek mikroklimájának jellemzésére irányult.

A 2. ábra egy edzőkemence ajtajánál fellépő hősugárzást mutatja. Az egyik görbe vasedényekkel megtöltött, a másik üres kemencére vonatkozik. A sugárzás intenzitásának változását vizsgálva két dolog tűnik fel: 1. milyen nagy értékek szerepelnek a bioklimatológiában szokásos $1,3\text{--}1,4\text{ gcal/cm}^2$ min napsugárzási értékekhez képest, 2. milyen jelentős különbség áll fenn a két-fajta sugárzás intenzitásában. A hősugárzás többfajta egészségi hatást vált ki. Elsősorban jelentős az emberi test sugárzásos hőfelvétele, melyet a szervezet fokozott verejtékezéssel ellensúlyoz. Ezenkívül azonban az $1,5\text{ gcal}$ érték fölötti intenzív hősugárzás fájdalmas hóingert is jelent, mely megszabja a kemence előtt való tartózkodás idejét.



2. ábra. $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű edzőkemence $100 \times 50\text{ cm}$ ajtónyílásán át kisugárzó hő alakulása az ajtótól különböző távolságban

Ezzel kapcsolatban megemlítjük, hogy az infravörös sugárzás rövidebb és hosszabb hullámtartományainak biológiai hatásában lényeges különbség észlelhető. Az emberi bőr ugyanis a rövidebb hullámhosszúságú infravörös sugarakat átengedi, míg a hosszúakat a felszínen elnyeli. Így pl. egy kísérletben az ún. sötét (tehát hosszú hullámú) infravörös sugarak a bőr felszínét $45,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítették, míg 5 mm mélyen csak $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt mérhető.

Ezzel szemben hasonló intenzitású, de látható (tehát rövid hullámú) infravörös sugarak $43,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ külső bőrhőmérséklet mellett *ugyanolyan mélyen* $47,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítették a bőr alatti szöveteket.

Intenzív hősugárzásnál a szervezet konvekciós és párolgásos hőleadásának emelése (pl. erős légmozgás által) kevés védelmet nyújt, ezért nagy jelentősége van a megfelelő védőruhának. Ha a ruha a hősugarak egy részét visszaveri pl. alumíniumbevonata révén, a dolgozó hosszabb ideig és jobb közérzettel tud a kemence előtt dolgozni. Hazánkban *Dobos Ferenc* végez ez irányú kísérleteket.

Az üzemi infravörös sugárzásmérésekkel kapcsolatban különös figyelmet érdemelnek a módszertani nehézségek. Annak ellenére, hogy rendszeres meteorológiai vizsgálatok tárgya a napsugárzás, az üzemi infravörös sugármérésre nem áll megfelelő módszer rendelkezésre. A közölt görbe számításokkal ellenőrzött katatermóméteres mérés alapján készült.

Végül a hőmunkaszámmal kapcsolatos vizsgálatokat ismertetem. A vizsgálatot az a gyakorlati igény tette szükségessé, hogy a melegüzemeket sós védőital nyújtása céljából a munkaklíma alapján kategorizálni kellett. Mint ismeretes, egyes melegüzemekben a dolgozók $6\text{--}8$ liter verejtéket is veszítenek 8 órai munkaidő alatt. A folyadékkal együtt jelentős mennyiségű

konyhasó is távozik szervezetükből, s ez számos egészségügyi következménnyel jár (pl. a vér besűrűsödik, a gyomorsav elválasztás csökken, hógörcs lép fel stb.). Ennek megakadályozására a dolgozók 0,1%-os szénsavas sóoldatot kapnak ivóvízként. A védőétel-juttatás lebonyolítása szükségessé tette annak eldöntését, hogy mikor, hol és milyen munkaklíma mellett kell adni a sóoldatot.

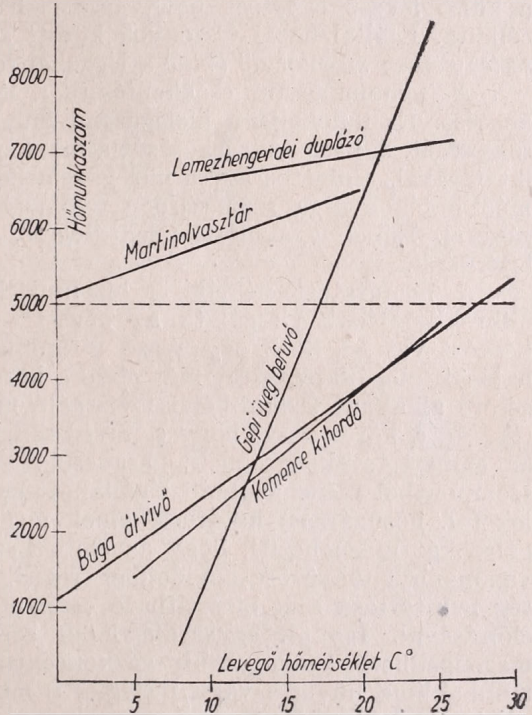
Bármilyen fursán is hangzik, az eddigi vizsgálo módszerekkel a kérdésre nem lehetett választ adni. Kitűnt ugyanis, hogy a környezet fizikai állapotának jellemzése egymagában nem elegendő, hanem a munkavégzés nagyságát is tekintetbe kell venni.

Mivel olyan klímajelző szám, mely mindkét értéket együtt tartalmazza, nem állott rendelkezésre, *Hamar Norbert* és munkatársaival megalkották a *hőmunkaszámot*. Száraz katatermóméterrel mérve jellemezzük a környezet fizikai állapotát, majd ahhoz adjuk a munkavégzésnek megfelelő kalóriaértéket. Figyelembe véve az egyes munkafázisok idejét, 8 órai munkaidőre vonatkoztatva számítjuk a hőmunkaszámot. Ennek számszerű értéke jó közelítéssel megegyezik a verejtékezés mennyiségével gramokban. Ennek birtokában most már nem volt akadálya annak, hogy az Országos Munkaegészségügyi Intézet élettani osztálya a legfontosabb melegüzemi munkahelyeket ebből a szempontból végigvizsgálja. Megjegyezzük azonban, hogy a hőmunkaszám érvényessége elsősorban alacsony relatív nedvességű munkahelyekre áll fenn. Ezen vizsgálatok néhány eredményét tartalmazza a 3. ábra.

Az ordináta a hőmunkaszámot, az abszcissza a külső levegő hőmérsékletét tünteti fel. Láthatjuk, hogy az üzemek egy részében a levegőhőmérséklet emelkedésével együtt emelkedik a hőmunkaszám is. Viszont másoknál jóformán független a hőmunkaszám a külső időjárástól.

Ezek a görbék számos következtetés levonását teszik lehetővé. Elsősorban módot adnak arra, hogy megjelölhessük azokat a határokat, mikor kell sós védőitalt nyújtani. Élettani vizsgálatok alapján az 5000-es hőmunkaszám feletti munkaklíma esetén van erre szükség, ami 5 literes verejtékezésnek felel meg 8 óra alatt. Az ábra alapján egyes üzemfajták szerint meghatározható volt az az időszak, amikor a munkaklíma az 5000-es hőmunkaszámot meghaladja.

Ezen kívül azonban más következtetést is levonhatunk, Mivel a hőmunkaszám a környezeti és a munkakomponensből tevődik össze, ezért értékét különféle módon lehet csökkenteni. Az első lehetőség, ha a hőleadást fokozzuk



3. ábra. A külső léghőmérséklet hatása a hőmunkaszám alakulására különböző munkahelyeken

a környezet felé. Ennek jól bevált eszköze a légzuhany. Ezt *Tarjánnéval* végzett melegüzemi kísérleteink is megerősítették. A légzuhany tulajdonképpen megfelelően kondicionált levegő befúvását jelenti közvetlenül a dolgozóra. Megfelelő gépi berendezés hiányában sok helyen még ventilátor szolgál erre a célra üzeminkben.

Véleményünk szerint ezeknek a ventilátoroknak hatásossága fokozható volna. *Réthly* adatai alapján pl. Budapesten a *levegő hőmérséklet átlag értéke évenként csak 23 napon haladja meg a 30 fokot* és októbertől ápriliséig 18° alatt van. Így a legmelegebb időszakban (májustól szeptemberig) a napok 85%-ában a külső levegő egyszerű bevezetése is hatásosan felhasználható légzuhany céljaira. Ezáltal hazai viszonyok között aránylag kis anyagi megterheléssel *széles körben megoldható lenne* a légzuhanyok alkalmazása.

A hőmunkaszám csökkentésére a másik mód a munkakalóriák csökkentése. Ez indokolja a melegüzemi munkafolyamatok gépesítésének szükségességét. A harmadik lehetőség a munkaidő csökkentése, pihenő idő közbeiktatásával, amint ez egyes melegüzemeinkben meg is történik. Mindhárom mód hatékonysága számszerűen nyomonkövethető a hőmunkaszám változásával. Ennek gyakorlati jelentőségére, azt hiszem, nem kell részletesen kitérnünk.

A bemutatott példák is bizonyítják, hogy az ipari zárt térségek mikroklímájának vizsgálata az orvosi meteorológia területén számos új kérdést vet fel. Ezek egy része a munkakörülményektől függő biológiai hatások megállapítására, más része a környezet munkaegészségügyi jellemzésére alkalmas fizikai-kémiai vizsgálati módszerek kidolgozására vonatkozik. Az a körülmény, hogy a munkaklíma kialakítása szoros függvénye az emberi tevékenységnek, parancsoló szükségként írja elő az egészségi szempontból megengedhető légállapototényezők és egyéb környezeti feltételek (pl. hőszugárzás) határértékeinek megállapítását. Az ilyen irányú vizsgálatokat megnehezíti, hogy az emberi szervezet a munkaklímát kialakító valamennyi tényezőre egyidejűleg reagál s így a jó közérzet, ill. az egészség fenntartása sem biztosítható csupán egy vagy két légállapototényező előírásával. Így pl. egyes kísérletek arra mutatnak, hogy a levegőben megengedhető legmagasabb gázkoncentráció értéke függ attól, hogy a munkaklíma hűvös-e vagy meleg-e, a munkás ülve dolgozik-e vagy állva nehéz testi munkát végez-e.

A munkaklíma jellemzésére alkalmas vizsgálati módszerek kialakulása terén az orvosi és mérnöki szempontok nem mindig azonosak. Biológiai szempontból az a kívánatos, hogy a munkaklíma egy számmal legyen jellemezve, ezzel szemben a klíma befolyásolása műszaki berendezések útján csak is úgy képzelhető el, ha a tervező mérnök a munkaklímát kialakító komponensek számszerű értékét külön-külön ismeri.

Mindezek a felvetett kérdések azt bizonyítják, hogy a munkaklíma kutatása az orvosi meteorológiának egyre növekvő fontosságú munkaterülete, ahol az eredményes kutatás csakis a különböző szakterületen dolgozók együttes munkájával biztosítható.

Péczy György :

A Föld hőmérsékletének változása

Összefoglalás : A tanulmány meghatározza az egyes földövezetek hőmérsékleti évi közepének anomáliáit és a Föld évi közepének anomáliáit 1881—1940 időszakra. A hőmérséklet az egész időszak alatt, de különösen 1920-tól általánosan emelkedik. A tanulmány rámutat arra, hogy a napállandó nem mutat egyirányú emelkedést, tehát ez nem magyarázza a jelenséget. A széndioxid elmélet sem helytálló, mivel a jelenlegi CO₂ mennyiség már maximális elnyelést gyakorol. Valószínűleg a vízgőz-mennyiség növekedése játszik szerepet, mely összefüggésben van a napállandó kicsiny ingadozásaival.

*

Изменение температуры Земли. Определяются средние годовые аномалии температуры отдельных зон Земли и средние годовые аномалии температуры Земли за период 1881—1940. За этот период, особенно от 1920 года, наблюдается общее повышение температуры. Автор показывает, что солнечная постоянная не увеличивается в одном направлении, следовательно вышеупомянутое явление этим не объясняется. Несправедлива и теория углекислоты, так как поглощение имеющимся количеством CO₂ уже максимальное. Вероятно, что важную роль играет увеличение количества водяного пара в зависимости от небольших колебаний величин солнечной постоянной.

*

Veränderung der Temperatur an der Erde. In der Arbeit werden für die verschiedenen geographischen Zonen und für die gesamte Erdoberfläche die Anomalien der Jahresmitteltemperaturen für den Zeitabschnitt 1881—1940 hergeleitet. Es wird eine Temperaturzunahme während des ganzen Zeitabschnittes, hauptsächlich aber seit 1920 festgestellt. Es wird erwiesen, dass dies nicht durch eine Erhöhung der Solarkonstante hervorgerufen werden konnte, zumal dieselbe keine fortschreitende Zunahme aufwies. Auch die Annahme eines Kohlensäureeinflusses ist nicht stichhaltig, da durch den gegenwärtigen Kohlensäuregehalt schon eine maximale Absorption bewirkt wird. Vermutlich spielt hier eine Zunahme des Wasserdampfgehaltes eine Rolle, die in Zusammenhang mit kleinen Veränderungen der Solarkonstante auftreten dürften.

*

Évszázadunk 20-as és 30-as éveiben számos meteorológus érdeklődése fordult az éghajlatingadozások kérdésének tanulmányozása felé, melyhez az indítékot a sarki körzetekben kimutatható erős fölmelegedés szolgáltatta. Mint ismeretes, a sarki területek erős fölmelegedése az 1910-es évek végén vált feltűnővé, s pl. a Svalbard-szigeteken levő megfigyelőállomás adatai szerint az 1938—39-es tél hőmérséklete 17,1 C fokkal volt magasabb, mint 1916—17-ben [1]. Egyes állomásokra vonatkozó vizsgálatok azt mutatták, hogy a mérsékelt és forró égöv hőmérsékletében is kimutatható kisebb mérvű emelkedés a fentebbi időszak alatt [2, 3]. Az érdekes jelenség magyarázata, az azt előidéző *elsődleges ok* máig sem ismeretes, sőt a jelenség részletes, az egész Földre kiterjedő leírása sem teljes még.

Alábbiakban megvizsgáljuk az évi középhőmérséklet övezetes átlagainak változását, hogy a jelenséget globálisan láthassuk magunk előtt. Az övezetes átlagoknak nagy előnye az egyes állomások adatainak vizsgálatával szemben az, hogy segítségükkel kiszűrhetjük a légköri hatásközpontok tévénysége folytán fellépő egyenlőtlenégeket. A légköri hatásközpontok létezésének szükségszerű következménye az, hogy valamely övezeten belül mindig lesznek az övezet átlagánál hidegebb és melegebb területek, még akkor is,

ha általános fölmelegedés van folyamatban. Az ilyen természetű változások általános tendenciája csak a nagy területek adatait felölelő körzeti vagy övezetes átlagokból tűnik ki világosan.

Vizsgálatainkhoz a World Weather Records kötetének anyagából 76, viszonylag egyenletesen elosztott állomás hőmérsékleti évi közepeit használtuk fel az 1881—1940 időszakból [4]. A viszonylag egyenletes elosztás és az évi közepek aránylag kicsiny térbeli változékonysága biztosította azt, hogy a nyert átlagokat jellemzőknek tekinthessük. Az adatokat 7 övezet szerint csoportosítottuk a következő felosztásban: 1. $90^\circ \text{N}—60^\circ \text{N}$, 2. $60^\circ \text{N}—40^\circ \text{N}$, 3. $40^\circ \text{N}—20^\circ \text{N}$, 4. $20^\circ \text{N}—20^\circ \text{S}$, 5. $20^\circ \text{S}—40^\circ \text{S}$, 6. $40^\circ \text{S}—60^\circ \text{S}$, 7. $60^\circ \text{S}—90^\circ \text{S}$. A 6. és 7. zóna kivételével a többi elég sűrű állomáshálózattal rendelkezett ahhoz, hogy a nyert átlagokat kielégítő pontosságúknak mondhassuk. Az egyes övezetekbe tartozó állomások adataiból meghatároztuk minden évre az övezet anomáliáját, majd a kapott anomáliákat az övezetek területe szerint súlyozva nyertük az egész Földre vonatkozó anomáliát. Ilyen módon a 6. és 7. zóna kevésbé megbízható adatai jóval kisebb súllyal estek a latba, s ezáltal lényegesen csökkent az ezekből előállható hiba valószínűsége is. Az övezetek és a Föld középhőmérsékletét *Gorczyński* összeállításából vettük [5]. Az egyes zónák, valamint a Föld évi, középhőmérsékletének anomáliáit az I. táblázatban tüntetjük fel.

Az 1940 utáni adatok összegyűjtött kiadása sajnos mind ezeitig nem történt meg, ezért az utolsó 15 év viszonyairól már nem tájékozódhattunk. Mindössze a legerősebb változást felmutató I. zóna állapotáról sikerült hozzávetőleges tájékozódást nyernünk a legújabb dán, norvég és svéd meteorológiai évkönyvekben közölt adatok segítségével, amelyek feldolgozott megfigyelőhálózata Grönlandtól a keleti hosszúság 30. fokáig terjed. Ezen adatokból számított anomáliákat a következőkben közöljük: 1941: 1,2, 1942: 0,6, 1943: 0,5, 1944: 0,1, 1945: 0,8, 1946: 1,6, 1947: 1,6, 1948: 0,9, 1949: 0,6, 1950: 1,3. Ezek szerint a fölmelegedésben mutatkozott egy kisebb visszaesés 1944-re, ezután viszont újból folytatódott, tehát a folyamat még tovább tart.

Az I. táblázat szerint 1920 után az egész Földön kimutatható a hőmérséklet emelkedése, sőt az a déli szélesség 40° -ig az általános tendenciát tekintve már az egész vizsgált időszak alatt fennáll. A 6. és 7. körzet látszólag ellentétes menetet mutat, azonban ez a már említett ok miatt kevésbé megbízható. Viszont amint látjuk, 1930 után itt is emelkedés tapasztalható.

Az emelkedés tehát Földünk túlnyomó részén már 1881 előtt megkezdődött. Néhány hosszú európai hőmérsékleti sor vizsgálata után kitűnt hogy az emelkedés még régebbi idő óta tart. Pl. az 1757-tel kezdődő homogén stockholmi hőmérsékleti sorozat szerint a telek hőmérséklete ez idő óta állandóan emelkedik [6]. Az érdekes jelenség magyarázatára a következő lehet a feltevésünk: 1. A Napról érkező hősugárzás intenzitása megnövekedett, vagyis a légkör állandóan nagyobb hőmennyiségeket kapott, s így állott elő a hőmérséklet általános, az egész Földre kiterjedő emelkedése. 2. A Nap hősugárzása nem változott, ellenben valamilyen ok folytán a Földről kisugárzó hőmennyiség csökkent, ami végeredményben a hőmérsékleti mérleg pozitív irányú elmozdulását eredményezte. Egy harmadik feltevést, melyre pl. hogy a körzeti erős hőmérsékletemelkedését látva könnyen hajlanánk, ti. hogy a fölmelegedést lehűlő területek kompenzálják, eleve el kell ejtenünk, mivel a fölmelegedés főbb vonásaiban az egész Földre kiterjedt.

Az I. feltevésnek ellene mondanak a szolárkonstans 1909-ig visszavezetett, de 1924-től *Abbot* szerint megbízható adatai [7.] *Abbot* dekádanként

I. TÁBLÁZAT

A hőmérséklet övezetes átlagainak anomáliái 1881–1940.

Z ó n a								
É v	1	2	3	4	5	6	7	Föld
1881.....	-0,7	-0,5	0,1	0,0	0,0	-	-	-
1882.....	-0,5	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-	-	-
1883.....	0,3	-0,7	-0,3	-0,2	-0,2	-	-	-
1884.....	-0,9	-0,7	-0,3	-0,6	-0,2	-	-	-
1885.....	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-	-	-
1886.....	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	-	-	-
1887.....	-0,7	-0,3	-0,1	-0,5	-0,2	-	-	-
1888.....	-0,9	-0,7	-0,1	0,0	0,1	-0,5	-	(-0,25)
1889.....	-0,1	-0,3	-0,1	0,2	0,0	-0,1	-	(-0,03)
1890.....	-0,1	-0,3	0,2	-0,6	0,1	0,3	-	(-0,22)
1891.....	-0,4	-0,3	0,0	-0,2	-0,2	0,0	-	(-0,21)
1892.....	-0,6	-0,5	-0,1	-0,2	-0,2	0,3	-	(-0,23)
1893.....	-0,5	-0,6	-0,3	-0,4	0,0	0,8	-	(-0,24)
1894.....	-0,2	0,1	0,0	-0,3	-0,2	0,6	-	(-0,10)
1895.....	0,1	-0,4	-0,2	-0,1	-0,3	0,2	-	(-0,18)
1896.....	-0,3	-0,3	0,1	0,0	0,4	0,5	-	(0,04)
1897.....	-0,1	-0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	-	(0,09)
1898.....	-0,7	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,2	-	(-0,22)
1899.....	-0,5	0,3	0,2	-0,2	-0,1	0,0	-	(-0,09)
1900.....	-0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	-0,1	-	(0,16)
1901.....	0,3	0,2	-0,2	0,2	0,0	0,6	-	(0,11)
1902.....	-1,1	-0,2	-0,1	0,2	0,0	-0,2	-	(-0,10)
1903.....	0,2	0,1	-0,4	0,0	-0,3	0,0	-0,4	-0,15
1904.....	-0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,3	0,0	-0,7	-0,34
1905.....	0,3	0,1	-0,3	0,1	-0,4	-0,3	0,1	-0,11
1906.....	-0,2	0,4	-0,1	0,0	0,0	-0,4	0,1	-0,06
1907.....	-0,6	-0,5	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1	-0,3	-0,29
1908.....	-0,2	-0,1	0,0	-0,2	-0,4	0,2	1,7	-0,06
1909.....	-0,3	-0,1	-0,2	-0,1	-0,3	0,0	0,2	-0,17
1910.....	-0,5	0,3	-0,4	-0,2	-0,2	0,2	1,4	-0,04
1911.....	-0,2	0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	0,9	-0,05
1912.....	-0,3	-0,4	-0,2	0,2	-0,1	-0,1	-0,6	-0,14
1913.....	0,2	0,2	-0,1	0,0	0,1	-0,2	-0,3	-0,05
1914.....	-0,1	0,3	-0,1	0,1	0,3	0,0	0,7	0,10
1915.....	-0,5	0,3	0,1	0,3	0,3	-0,1	-1,6	0,00
1916.....	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	0,0	0,4	-0,8	-0,15
1917.....	-0,4	-0,5	-0,6	-0,3	-0,2	0,8	1,4	-0,16
1918.....	-0,7	0,1	0,0	-0,3	0,0	0,2	0,9	-0,09
1919.....	-0,5	-0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	1,2	0,08
1920.....	0,2	0,3	0,1	0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,06
1921.....	0,0	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,14
1922.....	0,0	0,0	0,2	-0,1	0,0	0,4	0,5	0,04
1923.....	0,4	0,4	0,1	0,1	0,0	-0,3	0,5	0,07
1924.....	0,4	-0,1	0,0	0,2	-0,3	0,3	-0,4	0,00
1925.....	0,2	0,5	0,1	0,1	0,0	-0,2	0,2	0,07
1926.....	0,5	0,4	0,2	0,5	0,3	-0,3	0,3	0,28
1927.....	0,1	0,2	0,4	0,4	0,2	-0,2	-0,8	0,14
1928.....	1,1	0,3	0,2	0,4	0,5	-0,2	-2,0	0,17
1929.....	0,7	-0,4	0,2	0,2	0,1	-0,2	-1,0	0,02
1930.....	0,8	0,4	0,4	0,3	0,3	-0,6	-2,3	0,07
1931.....	0,6	0,3	0,4	0,5	0,0	-0,3	0,4	0,26
1932.....	0,9	0,5	0,2	0,1	0,2	-0,4	-0,4	0,10
1933.....	0,3	-0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	-0,4	0,00
1934.....	1,2	0,7	0,2	0,0	0,3	0,0	0,1	0,21
1935.....	0,8	0,2	0,3	0,1	0,1	-0,4	-0,7	0,04
1936.....	1,0	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1	1,1	0,29
1937.....	1,0	0,3	0,2	0,3	0,2	-0,2	1,8	0,31
1938.....	1,1	0,8	0,5	0,2	0,3	0,1	-0,2	0,32
1939.....	1,0	0,7	0,4	0,1	0,2	-0,4	-1,1	0,12
1940.....	0,8	0,1	0,2	0,3	0,3	0,5	0,9	0,32
Átlag.....	-12,2	6,6	20,6	26,0	18,3	5,4	-19,1	14,10
σ.....	0,58	0,39	0,23	0,26	0,22	0,32	0,95	0,17

feltünteteti a napállandó értékeit 1909—1950 között, adatai alapján kiszámítottuk az évi közepeket, melyeket II. táblázatunkban közlünk. Az adatok nem mutatnak egyirányú emelkedést (az 1922—23-as éveket kirívó alacsony s valószínűleg hibás értékük miatt figyelmen kívül hagyva), sőt az 1924—44-es időszakra irányvonal egyenletet számítva, az $y = a + bx$ egyenletben b -re $-0,00008$ értéket kapunk, vagyis jelentéktelen csökkenés mutatkozott. A hőmérséklet általános emelkedését tehát nem okolhatjuk a Nap sugárzó energiájának megnövekedésével. (Legalább is nem a mérési sorozat időtartamán belül.) Megjegyezzük, hogy a szolárkonstans és a Föld átlaghőmérsékletének évről évre vett változásai között $0,42 \pm 0,15$ értékű előjelkorreláció áll fenn, ami a realitás határára esik csupán, tekintve, hogy a kapcsolat értéke kevéssel a valószínű hiba háromszorosa alá esik. Ez arra mutat, hogy az adatok nem teljesen megbízhatók. Főleg vonatkozik ez a sorozat 1920 előtti, szórványos megfigyelésekből pótolta adataira. Ha pl. az 1920—40 közötti évek adatait használjuk fel az előjelkorreláció kiszámításához, az

II. TÁBLÁZAT

A szolárkonstans évi közepeit A b b o t szerint 1909—1950. gr. cal. cm⁻² min⁻¹

Év	S	Év	S	Év	S	Év	S
1909	1,9432	1920	1,9448	1931	1,9476	1942	1,9466
1910	456	1921	502	1932	415	1943	454
1911	466	1922	297	1933	455	1944	446
1912	456	1923	352	1934	471	1945	451
1913	475	1924	479	1935	468	1946	446
1914	460	1925	491	1936	475	1947	455
1915	479	1926	405	1937	460	1948	516
1916	455	1927	420	1938	462	1949	478
1917	460	1928	440	1939	438	1950	466
1918	470	1929	419	1940	466	Átlag	1,9452
1919	485	1930	460	1941	485	σ	0,0037

esetben $0,53 \pm 0,15$ értéket kapunk, tehát a kapcsolat az előbbinél erősebb és reálisnak tekinthető. A hőmérsékletemelkedés okát ezek után a második feltevésben kereshetjük, mely szerint a Föld kisugárzását gátló tényezők működtek növekvő intenzitással, előidézve ezzel a fölmelegedést. Lássuk először röviden, miben áll ennek a folyamatnak a lényege.

Földünk légkörének külső határára a szolárkonstans mérések szerint átlagosan $1,945 \text{ g cal. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ hőmennyiség érkezik. Ha ezt az energiamentységet egyenletesen elosztva tekintjük, a légkör külső határan 1 cm^2 -en 1 nap alatt percenként átlagosan a fenti mennyiség egynegyede, vagyis $0,486 \text{ g cal.}$ hőmennyiség halad a Föld felszíne felé. Mint ismeretes, a besugárzó energiamentység egy része visszaverődik, s a világűrbe távozik, másik része eléri a Föld felszínét, s onnan visszasugárzik. A kisugárzó hőmennyiség egy részét a légkör, és pedig túlnyomórészt a benne levő vízgőz és széndioxid elnyelik és visszasugározzák a Föld felé. Ha E -vel jelöljük a Föld által kisugárzott hőmennyiséget, a -val a Föld albedóját és b -vel a kisugárzás elnyelési tényezőjét, a következő összefüggés áll fenn:

$$E = 0,486 (1 - a) + 0,486 (b - ab)$$

Az összefüggésben szereplő a értéke a mérések szerint átlagosan $0,42$, b értéke pedig a légkörben levő vízgőz és széndioxid mennyiségétől függ. Ha a kifejezés első tagja által jelentett energiamentységet behelyettesítjük a Stefan—Boltzmann-féle képletbe, megkapjuk a Föld hőmérsékletét abban az esetben,

ha a légkör semmit sem nyelne el a hosszúhullámú földsugárzásból, azaz ha teljesen száraz és széndioxid mentes lenne ($T = 242$ absz. fok). A második tényezőnek, b -nek függését a vízgőz és széndioxid mennyiségétől *F. Möller* számításai alapján az 1. ábrán mutatjuk be [8].

Amint látjuk, az összefüggés olyan természetű, hogy az elnyelőképeség egy bizonyos vízgőz és széndioxid mennyiség elérése után már nem változik lényegesen.

Földünk légkörében a legújabb adatok szerint a vízgőz mennyisége $1,3 \cdot 10^{13}$ tonna, a széndioxidé $2,3 \cdot 10^{12}$ tonna [9]. 0°C és 760 mm nyomás mellett a légkörben levő víz rétegvastagsága tehát $w = 2,55$ cm, a széndioxid $c = 228$ cm. *Möller* adatai szerint a vízgőz ilyen mennyisége a földsugárzás 0,67-szeresét abszorbeálja (tehát a vízgőz 0,85 maximális elnyelőképeségének 79%-át), míg a széndioxid fentebbi mennyisége már a maximális abszorpciót fejt ki, 0,15 értékben. Ilyen módon b értéke a két elnyelés összege, vagyis $b = 0,82$. Amint láttuk, a széndioxid további növekedése már nem okozhat kimutatható hőmérsékletemelkedést.

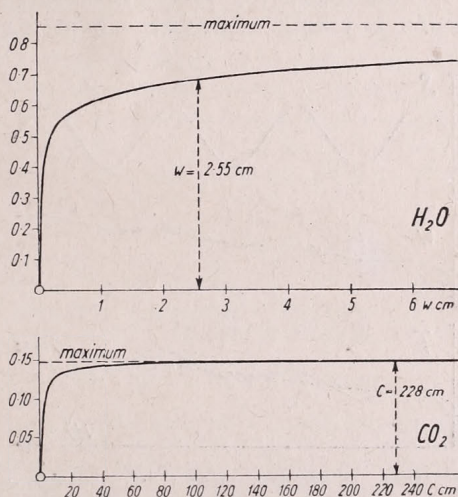
A telítettség mértéke már oly nagyfokú, hogyha pl. a széndioxid mennyisége a jelenleginek 1/20-ad részére csökkenne, az elnyelőképeség mindössze 0,13-ra redukálnódnék.

Ez a tény ellene szól annak a feltevésnek, mely a sarki körzetek fölmelegedését a mérsékelt öv fokozódó iparosodása által előálló széndioxid gyarapodással magyarázta. Ha feltételezzük, hogy 1881-ben a széndioxid mennyisége a mostaninak egyötöde volt (valószínűleg túlbecsültük a növekedést!), ez már oly csekély változást idézett elő a légkör abszorbeáló képességében, hogy az általa előálló hőmérsékletemelkedés $0,1^\circ \text{C}$ alatt maradt volna. Ha viszont a széndioxid mennyisége 1/20-ad részről emelkedett volna a mostani szintig,

abban az esetben $0,8^\circ \text{C}$ hőmérsékletemelkedést idézett volna elő. Ugyanúgy meghatározható, hogy abban az esetben, ha az elnyelést csak a vízgőz gyakorolná (tehát CO_2 mentes légkör volna), az átlagos hőmérséklet kb. 6°C -kal lenne alacsonyabb. A széndioxid mennyiségének meggyarapodását tehát aligha tehetnénk felelőssé a hőmérséklet emelkedéséért, még kevésbé az utóbbi évtizedek intenzív fölmelegedéséért.

Lássuk ezután a másik abszorbeáló tényezőt, a vízgőzt. A vízgőz jelenlegi mennyisége nem éri el a maximális elnyelőképeséget, tehát változásai iránt a hőmérséklet változása még érzékeny. Pl. a jelenlegi mennyiség $\pm 1/4$ részével való megváltozása a hőmérsékletben mintegy $\pm 1^\circ \text{C}$ változást idézhet elő. A vízgőzmennyiség megnövekedésének azonban a telítettség elérése korlátot szab, amint későbbiekben erre még kitérünk.

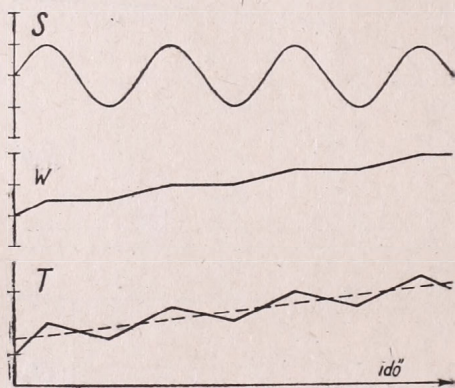
A vízgőzmennyiség csak úgy növekedhet meg, ha előzőleg a hőmérséklet már valamilyen ok következtében fölmelegedett. Az ez esetben előálló vízgőztartalom emelkedés azután tovább emeli a hőmérsékletet, tehát felerősíti és továbbviszi a megindult folyamatot. Nyilvánvaló, hogy a folyamat meg-



1. ábra. A vízgőz és széndioxid abszorbeáló képessége *F. Möller* szerint.

indulásához és további fennállásához az szükséges, hogy a Nap által kisugárzott hőmennyiség ne legyen állandó, hanem bizonyos ingadozásokat végezzon. Ha egy időszakban megnövekszik a Nap hősugárzása, ez a hőmérséklet bizonyos emelkedését vonja maga után. A napállandó évi átlagainak a szórása a II. táblázat szerint $\sigma = 0,0037$, tehát normális eloszlást feltételezve közelítőleg 0,16 annak a valószínűsége, hogy $\Delta S \geq 0,0037$ szolárkonstans érték bekövetkezzék. (Vagyis minden 6—7 évben egyszer.) Kiszámítható, hogy ez esetben $\Delta T \geq 0,14$ C°. Ezek szerint néhány tizedfokos hőmérsékletemelkedésre lehet ily módon számítani. A hőmérsékletemelkedés együttjár azután a vízgőztartalom bizonyos megnövekedésével, mely további hőemelkedést idéz elő, s így a hősugárzás hasonló nagyságrendű csökkenése esetén is viszonylag magasabb hőmérséklet fog uralkodni, mintha az előzetes folyamat nem következett volna be. Hasonló módon, minden további hősugárzás-erősödés újabb vízgőztartalom növekedéssel és emiatt újabb hőmérsékletemelkedéssel fog járni az alábbi séma szerint (2. ábra):

Feltételezhető, hogy a sugárzás gyengülésekor előálló hőcsökkenés esetén a vízgőz mennyisége nem fog csökkenni, mert a $w = 2,55$ cm még



2. ábra. A szolárkonstans (S) a vízgőztartalom (w) és a hőmérséklet (T) összefüggésének vázlatja.

nem telítettségi érték, vagyis kicsapódást nem hoz létre a bekövetkező kisebb hőmérséklet csökkenés. A folyamat tehát végeredményben a hőmérséklet állandó lépcsőzetes emelkedését idézi elő, mely elvben addig tarthatna, amíg a vízgőztartalom nem válik telítetté. Jelenleg az egész Földre vonatkozó átlagos párányomás a légkör vízgőztartalma szerint 11,3 mm-nek vehető, telítettség esetén viszont 16,5 mm volna. Láthatjuk, hogy a jelenlegi vízgőztartalomnak kb. 1,5-szeres megnövekedése esetén $w = 3,7$ cm-nél állana be a telítettség, s a vízgőztartalomnak ez a megnövekedése mintegy 1,2 C° hőmérsékletemelkedést hozna létre. Meg kell még említenünk ezzel kapcsolatban azt, hogy a vízgőztartalom és ezzel párhuzamosan a csapadék növekedése egy idő múltán éppen az ellenkező hatást fejtheti ki, vagyis a hőmérséklet csökkenését idézheti elő. Gondoljunk meg ugyanis, hogy a sarki területeken a csapadékmennyiség megnövekedése hófelhalmozódással fog járni, s a megnövekedett hó- és jégmennyiség belekerülve az óceánok vizébe, hideg tengeráramlatokat kelthet, és ily módon a szubpoláris és később a mérsékeltövi területeken is hőmérsékletcsökkenést okozhat. Bekövetkezhet tehát egy alacsonyabb hőmérséklet elérése, és ezzel kapcsolatban a megnövekedett vízgőzmennyiség csökkenése a létrejövő kicsapódás által. A csökkent vízgőzmennyiség azután a későbbiek folyamán ismét növekedésnek indulhat, s vele együtt megkezdődik újra a hőmérséklet lassú emelkedése is. Az emelkedés ismét addig tart, míg a csapadéknövekedés meg nem indítja a sarki hó és jég erőteljesebb felhalmozódását, és ezzel el nem kezdődik az újabb lehűlés.

A folyamat csakis a szolárkonstans egyenletes szinuszhullámszerű ingadozása esetén állana fenn az előadott vázlat szerint, s a kiszámított értékek

az egész Föld átlaghőmérsékletére vonatkoznak. A szolárkonstans-sorozat rövidegsége és az adatok némi bizonytalansága miatt ma még nem tudhatjuk, hogy a Nap hősugárzása valóban egy adott érték körül végez-e csekély ingadozásokat, vagy pedig menetében erősebb, hosszú időszakra, évszázadokra kiterjedő hullámzások jelentkeznek, melyek döntően rányomnák bélyegüket a hőmérséklet szekuláris menetére. A hatásközpontok működése emellett mindig szerepet játszik, s ez okozza azt, hogy a sarki zóna 1,4 fokos átlagos fölmelegedése mellett egyes területeken 6—8 fokkal is emelkedett a hőmérséklet, míg másutt esetleg lehülés állott be, noha a teljes kiegyenlítődés nem következett be.

A fentebb elmondottak szerint a napsugárzásingadozások mai szerkezete mellett a Föld övezeteinek és a Földnek átlaghőmérsékletében tapasztalható emelkedés több tényező hatására vezethető vissza. Egy lassú, fokozatos emelkedő tendencia írható a vízgőztartalom növekedésének a rovására, melyet a Nap hősugárváltozásai indítanak meg. A széndioxid mennyiségének növekedése ezzel szemben már nem idézhet elő kimutatható hőmérséklet-emelkedést. A légköri hatásközpontok szerepe természetesen állandóan fennáll, s ez abban nyilvánul meg, hogy egyes területek hidegebbek, mások melegebbek az övezet átlagánál. A két jelenség összefonódása adja azután, véleményünk szerint, a hőmérséklet szekuláris menetének azt a sajátosságát, hogy állandó lassú emelkedés észlelhető, melyen belül kisebb-nagyobb ingadozások tapasztalhatók; így egyes helyeken az emelkedés különösen erős, míg másutt visszaesés is jelentkezhethet.

IRODALOM :

- [1] *L. Weickmann* : Die Erwärmung der Arktis. Berlin. 1942.
- [2] *H. J. Boer and Y. Eruve* : On long-periodical temperature variations.
- [3] *V. Conrad* : Climatic Changes or Cycles? Archiv für Meteorologie ... 1952.
- [4] World Weather Records kötetei.
- [5] *W. Gorczynski* : Comparison of Climate of the United States and Europe. New York 1945.
- [6] *G. H. Liljequist* : The severity of the winters at Stockholm 1757—1942. Stockholm 1943.
- [7] *C. G. Abbot* : Periodicities in the Solar-Constant measures. Smithsonian Miscellaneous Collections vol. 117 numb. 10. Washington 1952.
- [8] Idézve : Linke's Meteorologisches Taschenbuch II. kötet 536. o.
- [9] *Aujeszký L.* : A légkör elegyösszetételi táblázatának új alakja. Orsz. Meteor. Intézet : Beszámoló kötet 1954. Budapest 1954.

MEGJELENT

az Országos Meteorológiai Intézet Kis Népszerű Kiadványainak 6. száma :

METEOROLÓGIA

A MEZŐGAZDASÁG SZOLGÁLATÁBAN

Írta : Szilágyi Tibor

A 96 oldalas füzet megismerteti a meteorológia és a mezőgazdaság között fennálló igen szoros kapcsolattal, mely a rohamosan fejlődő tudományágat, az agrometeorológiát hozta létre. Végigvezeti az olvasót az agrometeorológia birodalmán, bemutatva az aránylag fiatal tudománynak eddigi eredményeit s ezek hasznosíthatóságát a mezőgazdasági termelésben.

A füzet megrendelhető az Országos Meteorológiai Intézetnél 6.— Ft egyidejű beküldésével. A befizetés a »100.080-70 sz. Orsz. Meteorológiai Intézet bevételi számlá«-ra bianco bef. lappal bármely postahivatalnál eszközölhető.

Bodolainé Jakus Emma :

A hőmérséklet számszerű előrejelzése Budapestre

Összefoglalás : A dolgozat B. D. Uszpenszkij nyomán ismerteti I. A. Kibelnak a hőmérséklet mennyiségi előrejelzésére szolgáló elméleti megfontolásait. A formulák alkalmazhatóságát két példával mutatja be.

★

Количественный прогноз температуры в г. Будапешт. По В. Д. Успенским излагаются теоретические соображения И. А. Кибеля о количественном прогнозе температуры. Применимость формул иллюстрируется на двух примерах.

★

Prévision numérique de la température à Budapest. Une revue, basée sur l'exposition de B. D. Uspenskiy, des considérations regardant la prévision quantitative de la température, dues à I. A. Kibel. L'application des formules se trouve démontrée par deux exemples.

★

I. Bevezetés

A dinamikus meteorológia végső, de egyben legnehezebb feladata az alapvető meteorológiai elemek számszerű előrejelzése. Richardson sikertelen kísérlete óta (1922) említésre méltó próbálkozás nem is történt ezen a téren egészen 1940-ig. 1940-ben jelent meg I. A. Kibel nevezetes dolgozata a baroklin folyadék mechanikájának alkalmazásáról a meteorológiában [1], melyben a szerző a hidro-termodinamikai egyenletrendszer közös megoldásával reális alapot nyújtott a meteorológiai elemek kiszámítására. Kibel a feladat megoldásánál két sémát vesz tekintetbe. Az egyszerűsített sémában feltételezi, hogy a hőmérséklet eloszlása a magassággal a troposzférában lineáris, a vertikális hőmérsékleti gradiens konstans. A teljes sémában semmiféle korlátozás nincs a hőmérséklet magasság szerinti eloszlására vonatkozólag. A feladat megoldása két közelítésben történik : az első közelítés feltételezi, hogy a légmozgás geosztrófikus, míg a második közelítés figyelembe veszi a geosztrófikus mozgástól való eltérést.

B. D. Uszpenszkij az első közelítés teljes sémája alapján gyakorlati módszert ad a hőmérséklet és a fajlagos nedvesség számszerű előrejelzésére [2].

A következőkben B. D. Uszpenszkij nyomán ismertetjük a hőmérséklet előrejelzésére szolgáló formulák levezetését. Megjegyezzük, hogy Uszpenszkij elvileg hasonló formulákat vezet le a fajlagos nedvesség kiszámítására is. Dolgozatunkban csak a hőmérséklet kiszámítására korlátozódunk, a nedvesség előrejelzését mellőzzük, mert a rendelkezésünkre álló rádiószonda felállások ezen elem eloszlására nem adnak kielégítő pontosságú adatokat.

II. A hőmérséklet előrejelzése a troposzférában

Ismeretes, hogy Kibel módszerének egyszerűsített sémája alapján első közelítésben a földközeli hőmérséklet és légnyomás lokális változására a következő formulák érvényesek :

$$\frac{\partial p_0}{\partial t} = -\alpha(T_0, p_0), \quad \frac{\partial T_0}{\partial t} = \beta(T_0, p_0) \quad (1)$$

ahol

$$\alpha = \frac{R}{2\omega_z} \frac{\kappa}{\kappa - 1} \left(1 - \frac{T_H}{T_0} \right), \quad \beta = \frac{RT_H}{2\omega_z p_0}$$

T_0 , p_0 a talajközeli hőmérséklet és légnyomás, T_H a tropopauza hőmérséklete, R az általános gázállandó, $2\omega_z$ a Coriolis paraméter,

$$\kappa = \frac{c_p}{c_v}, \quad (T_0, p_0) = \left(\frac{\partial T_0}{\partial x} \frac{\partial p_0}{\partial y} - \frac{\partial T_0}{\partial y} \frac{\partial p_0}{\partial x} \right) \text{ differenciál-operátor.}$$

Az első közelítés alapján :

$$u = - \frac{1}{2\omega_z \rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \quad v = \frac{1}{2\omega_z \rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \quad (2)$$

ahol u és v a geostrofikus szél összetevőit jelenti.

A hőmérséklet változásának előrejelzésére szolgáló (1) formulát az egyszerűsített séma alapján nyerjük. A teljes sémára vonatkozó levezetésnél a (2) feltétel továbbra is megmarad, ami annyit jelent, hogy a hőmérséklet magassági előrejelzésénél nem vesszük figyelembe a légnyomás rendszerek fejlődéséből eredő változásokat.

A hőmérséklet- és nyomásváltozások közötti összefüggés vizsgálatánál a következő elméleti megfontolásokból indulunk ki.

A termodinamikából ismeretes, hogy adiabatikus folyamat esetén

$$c_p dT - ART \frac{dp}{p} = 0 \quad (3)$$

vagy

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} - \frac{\kappa - 1}{\kappa} \frac{1}{R} \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial z} w \right) = 0. \quad (4)$$

Itt

$$\frac{AR}{c_p} = \frac{c_p - c_v}{c_p} = \frac{\frac{c_p}{c_v} - 1}{\frac{c_p}{c_v}} = \frac{\kappa - 1}{\kappa}; \quad T = \frac{p}{\rho R}.$$

Az $u \frac{\partial p}{\partial x} + v \frac{\partial p}{\partial y}$ tag hiányzik, mert az első tagban $\frac{\partial p}{\partial x} = 0$, a második tagban, geostrofikus áramlást feltételezve $v = 0$.

A további átalakításhoz felhasználjuk a sztatika alapegyenletét :

$$dp = - \rho g dz \quad (5)$$

Integrált alakban

$$\int_{p_0}^p \frac{dp}{p} = - \int_0^z \frac{g}{RT} dz.$$

Az integrálást elvégezve a következőt kapjuk

$$\log p = \log p_0 - \int_0^z \frac{g}{RT} dz \quad (6)$$

Differenciálva x szerint

$$\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{1}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial x} + \frac{g}{R} \int_0^z \frac{1}{T^2} \frac{\partial T}{\partial x} dz.$$

Ha felhasználjuk az $\frac{1}{p} = \frac{1}{\rho RT}$ összefüggést, az alábbi kifejezést nyerjük:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{RT}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial x} + \frac{g}{T} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial x} dz. \quad (7a)$$

Hasonlóképpen fennállnak az alábbi összefüggések is:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{RT}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial y} + \frac{g}{T} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial y} dz, \quad (7b)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{RT}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial t} + \frac{g}{T} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial t} dz. \quad (7c)$$

A (7) alatti kifejezések nagy pontossággal figyelembe veszik a hőmérséklet nemlineáris változásait a magassággal.

Ha a (4) formulába behelyettesítjük a (2), (5) és (7c) kifejezéseket, a következőt nyerjük:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{1}{2\omega_z} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{1}{2\omega_z} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} - \\ & - \frac{\kappa - 1}{\kappa} \frac{1}{R} \left(\frac{RT}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial t} + \frac{g}{T} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial t} dz - gw \right) = 0. \end{aligned}$$

(7a) és (7b) figyelembevételével

$$\begin{aligned} & \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{1}{2\omega_z} \left(\frac{RT}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial y} + \frac{g}{T} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial y} dz \right) \frac{\partial T}{\partial x} + \\ & + \frac{1}{2\omega_z} \left(\frac{RT}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial x} + \frac{g}{T} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial x} dz \right) \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} - \\ & - \frac{\kappa - 1}{\kappa} \left(\frac{T}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial t} + \frac{g}{RT} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial t} dz \right) + \frac{\kappa - 1}{\kappa} \frac{1}{\rho} gw = 0. \\ & \frac{\kappa - 1}{\kappa} \frac{1}{R} gw = w\gamma_a, \text{ mert } \frac{\kappa - 1}{\kappa} = \frac{AR}{c_p} \text{ és } \frac{Ag}{c_p} = \gamma_a. \end{aligned}$$

A műveletek elvégzése után

$$\frac{\partial T}{\partial t} - \frac{1}{2\omega_z} \frac{RT}{p_0} (T, p_0) - \frac{1}{2\omega_z} \frac{g}{T} \left(T, \int_0^z T dz \right) - \frac{\kappa - 1}{\kappa} \left(\frac{T}{p_0} \frac{\partial p_0}{\partial t} + \right. \quad (8)$$

$$\left. + \frac{g}{RT} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial t} dz \right) + w(\gamma + \gamma_a) = 0.$$

A (8) egyenletben szereplő tagok nagyságrendi analízise azt mutatja, hogy az $\int_0^z \frac{\partial T}{\partial t} dz$ szorzót tartalmazó tag a formulában szereplő többi taghoz képest elhanyagolható. Ilyen megfontolás alapján elhanyagolható lenne a függőleges sebességet tartalmazó tag is. Miután az egyes szinoptikus helyzetekben e tag értéke nagy lehet, ezért nem hanyagoljuk el.

Kis átalakítás után, figyelembevétel, hogy $\frac{\partial p_0}{\partial t} = -a(T_0, p_0)$ (amelyben a T_0 talajközeli hőmérséklet helyett \bar{T} -t, vagyis a talajfelszíntől a z magasságig terjedő réteg középhőmérsékletét használjuk) a következő alakú formulát kapjuk:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a(T, p_0) - a \left(1 - \frac{T_H}{T_0} \right) (\bar{T}, p_0) + b \left(T, \int_0^z T dz \right) - w(\gamma + \gamma_a), \quad (9)$$

ahol

$$a = \frac{RT}{2\omega_z p_0}, \quad b = \frac{g}{2\omega_z T_0}.$$

A (9) formulában szereplő a , b együtthatókat állandó értékeknek tekinthetjük, mivel a közepes szélességeken az idővel keveset változnak. Ha a (9) formulába ezek számszerű értékeit behelyettesítjük, az alábbi egyenletet nyerjük:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0,054 \left\{ \left(T, p_0 \right) - 0,16 \left(\bar{T}, p_0 \right) \right\} + 0,026 \left(T, \int_0^z T dz \right) - w(\gamma + \gamma_a). \quad (10)$$

Az együtthatók kiszámítása egységrendszerben (1000 km, 24 óra) történt, amely a formulákat gyakorlati számolásra alkalmassá teszi. A (10) formula első közelítésben lehetőséget nyújt arra, hogy különböző troposzférikus magasságra hőmérsékleti előrejelzést készítsünk 24 órára.

Ha a hőmérsékletet az idő függvényének tekintjük a tér adott pontjában, akkor a várható ΔT hőmérsékletváltozás az idő szerinti sorbafejtés első két tagjával elegendő pontossággal számítható ki:

$$\Delta T = \frac{\partial T}{\partial t} t + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 T}{\partial t^2} t^2. \quad (11)$$

A hőmérsékleti előrejelzés elkészítéséhez tehát az szükséges, hogy az adott magasságban megkeressük a hőmérséklet első és második differenciálhányadosának értékét. A második differenciálhányados a (9) formula jobboldalának differenciálása útján nyerhető és a következő alakú:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial t^2} = 0,0029 (A, p_0) - 0,0034 (T, B) - 0,0004 (C, p_0) + 0,0005 (\bar{T}, B) + \quad (12)$$

$$+ 0,0014 \left(A, \int_0^z T dz \right) + 0,0014 \left(T, \int_0^z A dz \right),$$

ahol

$$A = (T, p_0), \quad B = (\bar{T}, p_0), \quad C = (T_0, p_0).$$

A $\frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$ -hez szükséges $\frac{\partial A}{\partial x}$, $\frac{\partial A}{\partial y}$ értékeket a következő formulák adják:

$$\frac{\partial A}{\partial x} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \frac{\partial p_0}{\partial y} + \frac{\partial T}{\partial x} \frac{\partial^2 p_0}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 T}{\partial x \partial y} \frac{\partial p_0}{\partial x} - \frac{\partial T}{\partial y} \frac{\partial^2 p_0}{\partial x^2}, \quad (13)$$

$$\frac{\partial A}{\partial y} = \frac{\partial^2 T}{\partial x \partial y} \frac{\partial p_0}{\partial y} + \frac{\partial T}{\partial x} \frac{\partial^2 p_0}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \frac{\partial p_0}{\partial x} - \frac{\partial T}{\partial y} \frac{\partial^2 p_0}{\partial x \partial y}.$$

Hasonló formulák érvényesek $\frac{\partial B}{\partial x}$, $\frac{\partial B}{\partial y}$ és $\frac{\partial C}{\partial x}$, $\frac{\partial C}{\partial y}$ értékek kiszámítására is.

A függőleges sebesség kiszámítására a Kibel módszerből eredő alábbi formulát használhatjuk fel:

$$w = - \frac{1}{\varrho_z} \int_0^z \frac{\varrho}{2\omega_z} \left\{ [a a (\nabla^2 T_0, p_0) + a a (T_0, \nabla^2 p_0) + a^2 (\nabla^2 p_0, p_0)] + \quad (14)$$

$$+ [(\beta b + ab) (\nabla^2 p_0, T_0) + (ab - \beta b) (\nabla^2 T_0, p_0)] z + b^2 (\nabla^2 T_0, T_0) z^2 \right\} dz.$$

A formulában szereplő $\nabla^2 p_0$, $\nabla^2 T_0$ szimbólumok a talajmenti nyomásra és hőmérsékletre vonatkozó Laplace operátort jelentik:

$$\nabla^2 p_0 = \frac{\partial^2 p_0}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p_0}{\partial y^2}, \quad \nabla^2 T_0 = \frac{\partial^2 T_0}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_0}{\partial y^2}. \quad (15)$$

Ha a (14) formulába a , b , α , β , $2\omega_z$ értékét behelyettesítjük, a következőt kapjuk:

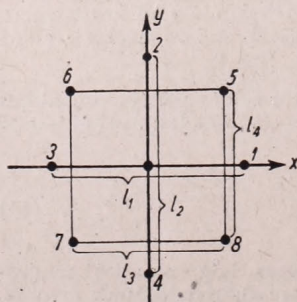
$$w_n = - \frac{\varrho_{0z}}{\varrho_z} \left\{ [0,0004 (\nabla^2 T_0, p_0) + 0,0004 (T_0, \nabla^2 p_0) + 0,0002 (\nabla^2 p_0, p_0)] (z_n - z_{n-1}) + \quad (16)$$

$$+ [0,0001 (\nabla^2 p_0, T_0) + 0,0001 (\nabla^2 T_0, p_0)] (z_n^2 - z_{n-1}^2) + 0,0002 (\nabla^2 T_0, T_0) (z_n^3 - z_{n-1}^3) \right\},$$

ahol w km/nap, z_n km.

A $\frac{\varrho_{0z}}{\varrho_z}$ értékét egységnek tekintjük. Ez az egyszerűsítés nem okoz lényeges hibát, mert w rétegenkénti kiszámításánál az 1 km vastag réteg közepes (ϱ_{0z}) sűrűsége és a réteg felső határának (ϱ_z) sűrűsége között a különbség kicsiny.

A (10) és (12) formulában szereplő p_0 , \bar{T} , T , x és y szerinti deriváltjainak kiszámítása a következő közelítő formulák alapján történik:



1. ábra.

$$\frac{\partial r}{\partial x} = \frac{1}{l_1} (r_1 - r_3), \quad \frac{\partial r}{\partial y} = \frac{1}{l_2} (r_2 - r_4),$$

$$\frac{\partial^2 r}{\partial x^2} = \frac{4}{l_1^2} (r_1 + r_3 - 2r_0), \quad \frac{\partial^2 r}{\partial y^2} = \frac{1}{l_2^2} (r_2 + r_4 - 2r_0),$$

$$\frac{\partial^2 r}{\partial x \partial y} = \frac{1}{l_3 l_4} [(r_5 - r_6) - (r_8 - r_7)]. \quad (17)$$

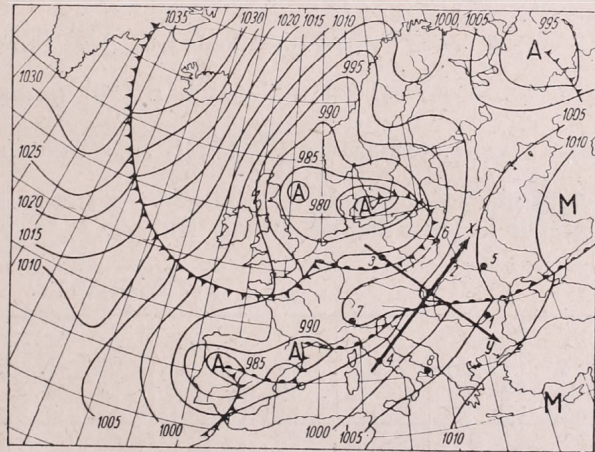
Az r_1, \dots, r_8 értékek helyébe a kérdéses meteorológiai elemeket helyettesítjük. A számításnál derékszögű jobbsodrású koordináta-rendszert kell használni.

A (17) formulában szereplő differenciálhányadosok meghatározásához a pontok elhelyezkedését a koordináta-rendszerben az 1. ábra mutatja. Az l_1, l_2, l_3 és l_4 távolságok nem haladhatják meg az 500–1000 km-t. A függőleges sebesség számításához szükséges $\nabla^2 p_0$ és $\nabla^2 T_0$ értékeinek meghatározásához az 1, 2, 3, 4. pontokban a következő formula adja:

$$\nabla^2 r_h = \frac{4}{l_2} (r_1 + r_2 + r_3 + r_4 - 4r_0). \quad (18)$$

III. Példák a hőmérséklet számszerű előrejelzésére Budapestre

A következőkben konkrét példán mutatjuk be, hogy milyen eredménnyel alkalmazható a hőmérséklet előrejelzésének ismertettét módszere. Az első példában megadjuk a hőmérséklet magassági előrejelzését Budapestre 1955. február 17-ről 18-ra. A szinoptikus helyzetet február 17-én reggel a 2. ábra mutatja. Az ábra feltünteti a talajközeli nyomási mezőt és a frontok helyzetét, valamint a számításnál használt koordináta-rendszert. A koordináta-rendszeren feltüntetett azokat a pontokat, amelyeket a számításnál felhasználtunk. Ezek a pontok a következő helyeket jelölik: 0: Budapest, 1: Bukarest, 2: Lwów, 3: Drezda, 4: Róma, 5: Kamjenyec-Podolszk, 6: Varsó, 7: Milánó, 8: Brindisi. A fenti állomások nyomási és hőmérsékleti adatait az I. táblázat tünteti fel.



2. ábra. Szinoptikus helyzet 1955. febr. 17-én reggel.

I. TÁBLÁZAT

Z	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
0	1002	1007	1004	992	1000	1007	997	998	1004
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8
0	-1,0	-3,8	-12,0	-3,0	11,0	-12,0	-6,2	-2,0	12,0
1	-6,9	0,3	-10,0	-7,7	5,2	-7,4	-9,5	-2,8	2,0
2	-12,3	-6,5	-11,6	-12,0	-0,2	-9,6	-14,0	-4,8	-4,6
3	-19,4	-11,4	-15,3	-20,2	-6,0	-14,6	-19,1	-8,0	-10,2
4	-24,4	-18,2	-22,5	-27,0	-12,4	-18,6	-26,5	-14,0	-17,1
5	-30,0	-21,8	-29,6	-32,5	-18,6	-22,1	-35,2	-19,8	-23,6
T_k	-15,7	-10,2	-16,8	-17,1	-3,5	-14,0	-18,4	-8,6	-6,9

A II. és III. táblázat p_0 , T és \bar{T} differenciálhányadosainak értékeit tartalmazza. Az l_1 , l_2 és l_4 távolságok esetünkben meghaladják az 1000 km-t. Ennek az az oka, hogy Budapest körzetében — különösen déli irányban — igen ritka a rádiószonda-hálózat. A számított egység-rendszerben $l_1 = 1,15$, $l_2 = 1,25$, $l_3 = 0,7$, $l_4 = 1,1$.

II. TÁBLÁZAT

$\frac{\partial p_0}{\partial x}$	$\frac{\partial p_0}{\partial y}$	$\frac{\partial^2 p_0}{\partial x^2}$	$\frac{\partial^2 p_0}{\partial y^2}$	$\frac{\partial^2 p_0}{\partial x \partial y}$
14	3	-15	0	5
$\frac{\partial \bar{T}}{\partial x}$	$\frac{\partial \bar{T}}{\partial y}$	$\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial x^2}$	$\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial y^2}$	$\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial x \partial y}$
6	-11	12	28	4

III. TÁBLÁZAT

Z	$\frac{\partial T}{\partial x}$	$\frac{\partial T}{\partial y}$	$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$	$\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$	$\frac{\partial^2 T}{\partial x \partial y}$
0	-1	-18	-14	3	-26
1	7	-12	19	23	-4
2	5	-9	18	32	5
3	8	-7	22	44	9
4	8	-8	11	35	15
5	11	-9	17	30	22

p_0 , T és \bar{T} differenciálhányadosainak ismeretében $\frac{\partial T}{\partial t}$ és $\frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$ kiszámítható. A következő táblázatok a (10) formula egyes tagjainak értékeit adják. A IV. táblázat a (\bar{T}, p_0) , (T, p_0) valamint a $\left(T, \int_0^z T dz\right)$ függvény-determinánsok értékeit tartalmazza. Az integrált itt és a következőkben is a trapéz formula alapján számítottuk ki.

IV. TÁBLÁZAT

Z	(T, p_0)	(\bar{T}, p_0)	$\frac{\partial T}{\partial x}$	$\int_0^z \frac{\partial T}{\partial x} dz$	$\frac{\partial T}{\partial y}$	$\int_0^z \frac{\partial T}{\partial y} dz$	$\frac{\partial T}{\partial x} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial y} dz$	$\frac{\partial T}{\partial y} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial x} dz$	$\left(T, \int_0^z T dz\right)$
0	249	172	-1	0	-18	0	0	0	0
1	189	172	7	3	-12	-15	-105	-36	-69
2	141	172	5	9	-9	-25	-125	-81	-44
3	122	172	8	15	-7	-33	-264	-105	-159
4	136	172	8	23	-8	-40	-320	-184	-136
5	159	172	11	32	-9	-48	-528	-288	-240

A függőleges sebességet tartalmazó tag kiszámítását és értékeit az V., VI. és VII. táblázat tünteti fel. Az V. táblázatban a p_0 és T_0 Laplace-operátorainak értékei találhatóak. A VI. táblázatban e Laplace-operátorokból továbbá p_0^* és T_0^* -ból alkotott függvénydeterminánsok értékeit találjuk. A VII. táblázat megadja a w-t tartalmazó tag és a Taylor-sor első tagjának ($\partial T / \partial t$ -nek) értékét.

V. TÁBLÁZAT

0		1		2		3		4	
$\nabla^2 p_0$	$\nabla^2 T_0$	$\nabla^2 p_0$	$\nabla^2 T_0$	$\nabla^2 p_0$	$\nabla^2 T_0$	$\nabla^2 p_0$	$\nabla^2 T_0$	$\nabla^2 p_0$	$\nabla^2 T_0$
-15	-11	-87	30	-44	148	131	18	15	-185

VI. TÁBLÁZAT

$(\nabla^2 T_0, p_0)$	$(T_0, \nabla^2 p_0)$	$(\nabla^2 p_0, p_0)$	$(\nabla^2 p_0, T_0)$	$(\nabla^2 T_0, p_0)$	$(\nabla^2 T_0, T_0)$
-3691	-3481	70	3481	-3691	68

VII. TÁBLÁZAT

Z	γ	$(\gamma + \gamma_a)$	w	$w(\gamma + \gamma_a)$	$\frac{\partial T}{\partial t}$
0	0	0	0	0	12,0
1	0,6	1,6	2,5	4,0	2,9
2	0,5	1,5	2,0	3,0	2,0
3	0,7	1,7	1,4	2,4	-1,4
4	0,5	1,5	0,7	1,1	1,3
5	0,6	1,6	0,0	0,0	0,9

VIII. TÁBLÁZAT

Z	$\frac{\partial^2 T \partial p_0}{\partial x^2 \partial y}$	$\frac{\partial T \partial^2 p_0}{\partial x \partial x \partial y}$	$\frac{\partial^2 T \partial p_0}{\partial x \partial y \partial x}$	$\frac{\partial T \partial^2 p_0}{\partial y \partial x^2}$	$\frac{\partial A}{\partial x}$
0	-42	-5	-364	270	47
1	57	35	-56	180	-32
2	54	25	70	135	-126
3	66	40	126	105	-125
4	33	40	210	120	-257
5	51	55	308	135	-337

VIII. TÁBLÁZAT (folytatás)

Z	$\int_0^z \frac{\partial A}{\partial x} dz$	$\frac{\partial^2 T \partial p_0}{\partial x \partial y \partial y}$	$\frac{\partial T \partial^2 p_0}{\partial x \partial y^2}$	$\frac{\partial^2 T \partial p_0}{\partial y^2 \partial x}$	$\frac{\partial T \partial^2 p_0}{\partial y \partial x \partial y}$	$\frac{\partial A}{\partial y}$	$\int_0^z \frac{\partial A}{\partial y} dz$	$\frac{\partial T}{\partial y} \int_0^z \frac{\partial A}{\partial y} dz$	$\frac{\partial T}{\partial y} \int_0^z \frac{\partial A}{\partial x} dz$	$\left(T, \int_0^z A dz \right)$
0	0	-78	0	42	-90	-30	0	0	0	0
1	8	-12	0	322	-60	-274	-152	-1064	-96	-968
2	-66	15	0	448	-45	-388	-478	-2390	594	-2984
3	-191	27	0	616	-35	-554	-949	-7592	1337	-8929
4	-382	45	0	490	-40	-395	-1423	-11384	2674	-14058
5	-679	66	0	420	-45	-309	-1775	-19525	6111	-25636

$\frac{\partial T}{\partial t}$ kiszámítása után rátérünk $\frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$ kiszámítására.

A VIII. és IX. táblázat a (12) formulában szereplő $\left(A, \int_0^z T dz \right)$,

$\left(T, \int_0^z A dz \right)$ függvénydeterminánsok kiszámítását tartalmazza. A $\left(T, \int_0^z A dz \right)$

tagnál először $\frac{\partial A}{\partial x}$ és $\frac{\partial A}{\partial y}$ értékeit határozzuk meg a (13) formula alapján,

majd az $\int_0^z \frac{\partial A}{\partial x} dz$ és $\int_0^z \frac{\partial A}{\partial y} dz$ integrálok értékeit a trapéz formula segítségével.

Hasonlóan járunk el az $\left(A, \int_0^z T dz \right)$ tag kiszámításánál is.

IX. TÁBLÁZAT

Z	$\frac{\partial A}{\partial x}$	$\int_0^z \frac{\partial T}{\partial y} dz$	$\frac{\partial A}{\partial y}$	$\int_0^z \frac{\partial T}{\partial x} dz$	$\frac{\partial A}{\partial x} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial y} dz$	$\frac{\partial A}{\partial y} \int_0^z \frac{\partial T}{\partial x} dz$	$\left(A, \int_0^z T dz \right)$
0	4	0	-30	0	0	0	0
1	-32	-15	-274	3	480	-822	1302
2	-126	-25	-388	9	3150	-3492	6642
3	-125	-33	-554	15	4125	-8310	12435
4	-257	-40	-395	23	10280	-9085	19365
5	-337	-48	-309	32	16176	-9888	26064

A X. táblázat az (A, p_0) , (T, B) , (C, p_0) , (\bar{T}, B) függvénydeterminánssok és $\frac{1}{2} \frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$ értékeit tartalmazza. A számoláshoz szükséges B, C tagok, x és y szerinti differenciálhányadosainak értéke a következő: $\frac{\partial B}{\partial x} = -155$;
 $\frac{\partial B}{\partial y} = -325$; $\frac{\partial C}{\partial x} = 47$; $\frac{\partial C}{\partial y} = -30$.

X. TÁBLÁZAT

Z	(A, p_0)	(T, B)	(C, p_0)	(\bar{T}, B)	$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$
0	561	-2475	561	245	4,9
1	3740	-4135	561	245	12,2
2	5054	-3020	561	245	15,0
3	7381	-3685	561	245	19,3
4	4559	-3840	561	245	16,8
5	3315	-4970	561	245	13,5

A XI. táblázatban az előrejelzés eredményeit tüntettük fel. Ez tartalmazza a (10) és (12) formula alapján számított hőmérsékletváltozást, a valószínűségi változást és a kettő közötti eltérés nagyságát ($\delta T = T_{\text{számított}} - T_{\text{valóságos}}$).

XI. TÁBLÁZAT

Z	$\frac{\partial T}{\partial t}$	$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$	Számított ΔT	Valóságos ΔT	Eltérés δT
0	12,0°	4,9°	16,9°	4,2°	+12,7°
1	2,9°	12,2°	15,1°	13,5°	+1,6°
2	2,0°	15,0°	17,0°	14,0°	+3,0°
3	-1,4°	19,3°	17,9°	14,8°	+3,1°
4	1,3°	16,8°	18,1°	12,6°	+5,5°
5	0,9°	13,5°	14,4°	11,6°	+2,8°

XII. TÁBLÁZAT

Z	Számított ΔT	Valóságos ΔT	Eltérés δT
0	11,4°	-4,7°	+16,1°
1	-0,8°	-13,6°	+12,8°
2	-8,7°	-13,9°	+5,2°
3	-12,3°	-11,0°	-1,3°
4	-12,8°	-10,4°	-2,4°
5	-11,5°	-8,1°	-3,4°

Az ismertett módszerrel kiszámítottuk a hőmérsékletváltozás értékeit egy másik esetben is, 1955. január 17-ről 18-ra. Különös érdekessége ennek az időszaknak, hogy január 17-én Budapesten zivatar volt. A hőmérsékletváltozás kiszámításához ebben az esetben elégségesnek bizonyult a Taylor-sor első tagjának kiszámítása. A számítás eredményét a XII. táblázat tünteti fel.

IV. Következtetések

Az 1955. február 17-i számszerű hőmérsékleti előrejelzés 1 km-től jól megegyezik a valóságos változás értékeivel, a hibák általában a rádiószondák mérési pontosságának megfelelők. A hibák értékelésénél figyelembe kell venni azt a körülményt is, hogy a számoláshoz felhasznált mérési adatok inhomogének (kb. ötféle rádiószondával mért értékek). Figyelemre méltó az is, hogy a felvett állomások távolságai sok esetben meghaladják az 1000 km-t. A talajra számított és a valóságban bekövetkezett hőmérsékleti értékek közötti nagy különbség magyarázata az, hogy a vizsgált időszak alatt intenzív esapadék-hullás volt, ami a kondenzáció, de főleg a párolgás miatt a folyamatok adiabatus jellegét erősen megzavarta. Ez felhívja a figyelmünket arra, hogy a talajhőmérséklet előrejelzéséhez nem elegendő csak az advektív változások figyelembevétele.

Az 1955. január 17-i hőmérsékleti előrejelzés 2 km-től szintén kielégítő pontosságú. A talajra és 1 km-re kapott eltérés magyarázata az, hogy a bekövetkezett zivatar a konvekció miatt erős konvektív és turbulens hőcserét idézett elő. Az ezzel járó kondenzáció és párolgás az előző helyzethez hasonlóan erősen érvényre juttatta a nemadvektív tényezőket. Ettől eltekintve a számszerű előrejelzés erős labilizálódást mutat, amiből a zivatar fellépése megmagyarázható.

Az ismertetett formulák nem jelentik a számszerű előrejelzés tökéletes megoldását. A formulák javítása és a differenciálhányadosok számítási módszereinek fejlesztése további probléma marad. A számszerű előrejelzésnél döntő fontosságú az a követelmény, hogy az aerológiai állomáshálózatnak és a mérés pontosságának ki kell elégítenie a számítási módszerek követelményeit.

A felsorolt példák ennek ellenére *Kibel* módszerének és *Uszpenszkij* formuláinak helyességét bizonyítják. Rámutatnak arra, hogy a hőmérséklet előrejelzésénél nemcsak az időbeli változás sebességét, hanem a gyorsulást is figyelembe kell venni. Az ismertetett példából látható a függőleges sebesség kiszámításának fontossága is, mert ennek értéke tekintélyes lehet és lényegesen pontosabbá teheti az előrejelzést.

Megjegyezzük, hogy a számszerű előrejelzés készítésénél figyelembe kell venni az áramlási viszonyokat is. A számításokhoz felhasznált pontok nem hidalhatnak át nyomási középpontot vagy nyeregponot, mert az így kapott nyomásértékek nem reprezentálják az áramlási mezőt.

A felsorolt példák közül végső következtetésként azt vonhatjuk le, hogy *Kibel* módszere a magyar medence viszonyai között is alkalmazható. Ha ez a megállapítás fennáll a mennyiségi vizsgálatra, akkor az advektív-dinamikus analízis minőségi módszerére még inkább érvényes.

IRODALOM

[1] I. A. *Kibel*: A baroklin folyadék mechanikájának alkalmazása a meteorológiában. (A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Értesítője, Földrajzi és geofizikai sorozat, Moszkva—Leningrád. 1940. 5. sz.)

[2] B. D. *Uszpenszkij*: A hőmérséklet és a nedvesség előrejelzése a magasban I. A. *Kibel* módszere alapján. (A Hidrometeorológiai Szolgálat Főigazgatóságának Tudományos Közleményei, 1. sorozat, Moszkva, 1947. 30. sz.)

A talajfelszín hőháztartása és annak mérése

Összefoglalás: A talajfelszín hőháztartási tényezőinek és a talajközeli légterben a hőmérséklet és a légnedvesség függőleges gradienseinek összefüggését ismerteti a tanulmány. Ezenkívül a talajfelszíni hőháztartás mérésének *Albrecht* által megadott módszerét tárgyalja, majd *Budüko* kicszerelődési képletének felhasználásával olyan hőháztartás-mérési módszert ismertet, amely főlegessé teszi a talajvezetési tényező közvetlen megmérését, tehát megművelt talajfelszínnek, növényállomány-felszínnek hőháztartásának vizsgálatánál is alkalmazható.

★

Тепловой режим почвы и его измерение. Изучается зависимость между факторами теплового режима почвы и вертикальными градиентами температуры и влажности в приземном слое воздуха. Далее исследуется метод измерения теплового режима поверхности почвы, разработанный *Албрехтом* и затем с помощью формулы теплообмена, выведенной *Будюко*, излагается такой способ измерения теплового режима, при котором не требуется непосредственного измерения фактора теплопроводности почвы. Следовательно, этот способ может быть примененный при изучении теплового режима поверхности обработанной почвы и теплового режима поверхностей, занятых растениями.

★

Wärmehaushalt der Bodenoberfläche und deren Messung. Die Faktoren des Wärmehaushaltes der Bodenoberfläche, sowie der Zusammenhang mit den Vertikalgradienten von Temperatur und Feuchtigkeit in der bodennahen Luftschicht werden besprochen. Weiter wird die durch *Albrecht* gegebene Methode der Haushaltmessung behandelt, dann wird unter Benützung der Austauschformel von *Budüko* eine Methode dargestellt, durch welche die Messung des Bodenleitungs faktors überflüssig wird; demzufolge kann die Methode auch zur Untersuchung des bebauten Bodens oder Oberflächen in Pflanzenbeständen verwendet werden.

★

A talajfelszíni hőháztartás-mérés mint mikroklimatológiai, ill. agrometeorológiai kutatási módszer egyre jobban előtérbe nyomul. Ennek oka az, hogy alkalmazása révén exakt adatokat szerezhetünk a felszínnek meteorológiai — hő- és vízháztartásbeli — sajátságairól, amelyek kialakítják mind a talajklimát, mind pedig hathatósan befolyásolják a felszín felett kialakuló mikroklimát.

A talajközeli mikroklimát a makroklimától az éghajlati elemek vízszintes és függőleges gradienseiben meglévő eltérések különböztetik meg. Ezeknek a gradienseknek értéke adott makroviszonyok mellett a felszín hőháztartásától függ. A hőháztartás megismerése alapot ad a léghőmérséklet és a légnedvesség gradienseinek meghatározásához, a gradiensek megismerése pedig a mikroklima hőmérsékleti és légnedvességi, ezzel együtt szélviszonyainak ismeretét is jelenti. A gradiensek ismereteinek elvi jelentőségét a következő összefüggések adják. Ha a makroszint 200 cm-es magasságában a léghőmérséklet $t(200)$ és a légnedvesség $s(200)$ adott, a gradienseket ismerjük a függőlegesben, akkor

$$t(z) = t(200) + \int_{200}^z \frac{\partial t}{\partial z} dz$$

$$s(z) = s(200) + \int_{200}^z \frac{\partial s}{\partial z} dz$$

összefüggések alapján a talajközeli térnek bármely z szintjében a $t(z)$ hőmérséklet és az $s(z)$ specifikus nedvesség meghatározottnak vehető.

A felszín hőháztartásának következő tényezői vannak:

1. A sugárzási tényező Q_s , amely tulajdonképpen a felszín sugárzási mérlege: a besugárzás útján felvett és a kisugárzással leadott hőmennyiségek különbsége.

2. A felszín feletti légrétegeknek vezetése, illetve kicserélődés útján átadott, vagy az onnan felvett hő mennyisége Q_1 .

3. Az elpárolgotatásra felhasznált, illetve lecsapódáskor felszabaduló hőmennyiség Q_v .

4. A talajba levezetett, illetve onnan felvezetett hőmennyiség Q_l .

A hőháztartási tényezőket gal/cm^2 min egységekben szokás megadni, előjelük pozitív, ha a felszín kap, negatív, ha lead hőt.

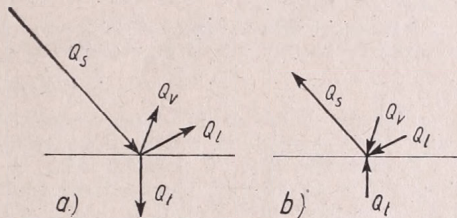
Szokás a teljesség kedvéért a fentiekén kívül még két más hőháztartási tényezőt is felsorolni :

5. A csapadékvíznek a csapadékhullás idején átadott hőmennyiséget Q_{cs} -t.

6. Méréstechnikai okok szükségessé teszik némely esetben az advekcións tényezőnek, a környezetből advektált hideg levegőnek átadott hőmennyiség Q_2 figyelembevétele is. A felszín hőháztartásának két típusa van ; a nappali és éjszakai típus.

A nappali típusnál (1. a ábra) a felszín hőt nyer besugárzás révén, ekkor Q_s pozitív, hőt veszít levegő elvezetés, párolgotatás és a talajba történő hőelvezetés révén. Ekkor Q_1 , Q_v , Q_l negatív számok.

Az éjszakai típusnál (1. b ábra) a felszín hőt veszít kisugárzás révén, amikor Q_s negatív, hőt nyer levegőhözvezetés, lecsapódás, és a talajból történő felvezetés révén. Ekkor Q_1 , Q_v , Q_l pozitív számok. Ezeket kívül vannak átmeneti típusok, főleg reggel és este, azonkívül éjszaka gyakori az az eset, amikor Q_v negatív, vagyis a felszín párolgotat. Egyes esetekben nappal is előfordulhat az, hogy Q_v pozitív szám, vagyis a talajfelszínre nappal is történik lecsapódás. Lássuk a hőháztartás és a mikroklima kapcsolatát : A levegőnek átadott hőmennyiség :



1. ábra. A talajfelszín hőháztartásának típusai

$$Q_l = A c_p \frac{\partial t}{\partial z}$$

ahol A kicserélődési együttható és $\partial t/\partial z$ függőleges hőmérsékleti gradiens értékei a felszín közvetlen közelében mérendők. c_p a levegő állandó nyomáson vett fajhője. A függőleges hőáramlás a mikrotérben a tapasztalat szerint [1] nappal stacionáriusnak tekinthető. Ez azt jelenti, hogy az egymás fölötti rétegeken jó megközelítéssel ugyanannyi hőmennyiség áramlik át. A hőáramlás stacionárius voltának oka az, hogy a levegő fajhője kicsiny, ezért a mikrotér rétegeinek felmelegítésére fordított hő az áthaladó hőmennyiséghez viszonyítva elenyésző. Stacionárius esetben, mivel az egymás fölötti szintekben az időegység alatt áthaladó hőmennyiségek ugyanakkorak :

$$A_1 \frac{\partial t}{\partial z} \Big|_1 = A_2 \frac{\partial t}{\partial z} \Big|_2 = A_3 \frac{\partial t}{\partial z} \Big|_3 = \dots = \frac{Q_l}{c_p}$$

ahol A_1, A_2, A_3, \dots jelenti az egymás fölötti z_1, z_2, z_3, \dots szintekben a kicserélődési

együttható értékeit, $\frac{\partial t}{\partial z} \Big|_1, \frac{\partial t}{\partial z} \Big|_2, \frac{\partial t}{\partial z} \Big|_3$ jelenti ugyanezen szintekben a függőleges

hőmérsékleti gradienseket. A hőháztartás Q_l komponensének ismeretében, amint látjuk, az $A \cdot \partial t/\partial z$ szorzatok értékei meghatározhatók.

A fenti szorzatok értékeit tehát a felszín hőháztartása szabja meg. A szorzatokon belül az egyes tényezők értékeit a felszín hőháztartáson kívül a makroklima egyik eleme a vízszintes szélsőbesség, amely A értékeit befolyásolja. Ha a szélsőbesség növekszik, vele együtt növekszik a kicserélődési együttható is és így $\partial t/\partial z$ a kicserélődési együtthatóval fordított arányban csökken. Ismeretes, hogy a A kicserélődési együttható a vízszintes szélsőbesség és a felszíni érdesség segítségével kiszámítható (lásd később). Stacionárius esetben tehát a felszíni hőháztartás ismerete segítséget nyújt a mikroklima hőmérsékleti viszonyainak felderítéséhez.

A fentiekhez teljesen hasonló módon tárgyalhatjuk a légnedvesség függőleges eloszlásának kérdését is, csupán Q_l és $\partial t/\partial z$ számértékek helyett Q_v és $\partial s/\partial z$ mennyiségekkel számolunk, ahol $\partial s/\partial z$ a specifikus légnedvesség függőleges gradiense.

Látjuk tehát, hogy a felszíni hőháztartás sajátosságainak felderítése a talajközeli légtér éghajlatának jobb megismeréséhez hathatósan hozzásegít, sőt azt mondhatjuk, hogy a felszíni hőháztartás tényezőinek, a felszíni érdességnek és a vízszintes szélsőbességnek

ségnek ismeretében a talajközeli légtér hőmérséklete légnedvessége és széleloszlása kiszámítható.

Ezekután nézzük meg, hogyan folyik le a felszíni hőháztartás meghatározása:

A következőkben csapadékmentes időszak viszonyait tárgyaljuk, tehát feltételezhetjük, hogy $Q_a = 0$. Mivel az advekción tényező meghatározása igen nehéz, megfelelő pontossággal nem is végezhető, tételezzük fel, hogy mikroadvekción nincsen, tehát vagy szélsőséges van, vagy pedig a talaj vízszintes irányban homogén felszínű. Ekkor $Q_a = 0$. Meg kell jegyeznünk, hogy az advekción tényezők felvételét csupán mérés-technikai okok teszik szükségessé. Ha módunkban állana a méréseket nem a felszín felett, hanem magán a felszínen végezni, az advekción tényezőre nem volna szükség. Az advekción tényező segítségével próbáljuk kikorrigálni azt a hibát, amelyet az a jelenség okoz, hogy a talaj fölötti légrétegek, amelyekben a függőleges hőmérsékleti és légnedvességi gradienseket mérjük, szomszédos, esetleg más hőháztartású területről érkeznek és azok tulajdonságait nem közvetlenül alattuk fekvő terület, hanem más terület más hőháztartása alakította ki.

A felszínre érkező energiát a felvevő felszín azonnal le is adja, a különböző módokon reá érkező, illetve onnan eltávozott energiameennyiségek algebrai összege 0.

$$Q_a + Q_r + Q_l + Q_v = 0$$

Ez a felszíni hőháztartás alapegyenlete. A benne szereplő négy ismeretlen meghatározása teszi ismertté a felszín hőháztartását.

A sugárzási tényező meghatározása. A sugárzási tényező számértéke a besugárzással felvett és az effektív kisugárzással leadott energiameennyiségek különbsége. A besugárzott energiameennyiségeket a direkt és a diffúz napsugárzás összege adja. Ahhoz, hogy a felszín által elnyelt direkt + diffúz napsugárzást kiszámíthassuk, ennek értékén kívül ismernünk kell a felszín albedóját ezen sugárzásoknak hullámhossztartományában. Az albedó számértéke megadja, hogy a talaj a reá érkező sugárzásnak hány százalékát veri vissza. Az albedó számértéke sugárzásméréssel jól meghatározható. A következőkben összehasonlítás céljából néhány albedó értékét közöljük:

friss hófelszín	80—88%
régi hófelszín	42—70%
csupasz talaj (száraz)	20—30%
csupasz talaj (nedves)	13—17%
homokfelszín (száraz)	19—28%
szántó föld (száraz)	18—30%
szántó föld (nedves)	10—15%
erdőfelszín	5—18%
rét	10—25%

Az albedó mérése oly módon történik, hogy egyidejűleg mérünk felfelé és lefelé irányított oly sugárzásmérővel, amely a vízszintes sík felületegységére beeső direkt napsugárzás és diffúz égboltsugárzás összegét méri. Az albedó értéke egyszerűen és jól meghatározható fehér-fekete gömbű inszolációs hőmérő segítségével is [2]. Az albedó értékének ismeretében az elnyelőképességet az

$$\frac{100 - A}{100}$$

képlet adja, amelynek felhasználásával a felszín által elnyelt sugárzás kiszámítása

$$S \frac{100 - A}{100}$$

képlettel történik. S a vízszintes felszínre érkező napsugárzás és égboltsugárzás összege.

A sugárzási tényező ismeretéhez szükséges még tudnunk az effektív kisugárzás számértékét is. Az effektív kisugárzás — amint ismeretes — a felszín hőmérsékleti kisugárzásának és a légkör hosszúhullámú visszasugárzásának a különbsége:

$$E_R = a' \sigma T^4 - a' V$$

ahol a' a felszín hosszúhullámú emisszióképessége, σ a Stefan—Boltzmann-féle állandó, T a kisugárzási felszín abszolút hőmérséklete, V a légkör hosszúhullámú visszasugárzása. Falckenberg [3] mérései szerint az egyes természetes felszínek hosszúhullámú emisszióképességének számértékei a következők:

homok	0,89	élő növényi levelek	0,96—0,98
mészkö	0,92	vízfelszín	0,95
szántó föld	0,89—0,91	hófelszín	0,995
kavics	0,92		

Látjuk, hogy a csupasz, természetes felszínnek hosszúhullámú emisszióképességét jó megközelítéssel 0,9-nek vehetjük. A növényi levelek emisszióképessége és a vízfelszín is ennél lényegesen nagyobb, a hófelszín gyakorlatilag abszolút fekete testnek tekinthető ebben a hullámhossz-tartományban.

A légkör visszasugárzásának kiszámítására legcélszerűbben azok a tapasztalati képletek használhatók, amelyek a visszasugárzást mint a levegő hőmérsékletének és gőznyomásának függvényét írják le. Ilyen képlet többféle van. Egyik legújabb és elméletileg is jól megalapozott képlet a Baur—Philips képlet:

$$V = \sigma T^4 (0.594 + 0.048\sqrt{e}),$$

ahol T levegő abszolút hőmérséklete, e a gőznyomás mm-ben. Ennek a képletnek felhasználásával készül a 2. ábra, amelynek segítségével az effektív kisugárzás számértékei grafikusán, minden számolás nélkül kielégítő pontossággal megadható [4].

Az effektív kisugárzásnak a diagramm által adott értékei derült időben érvényesek. Felhőzet esetén az Asklöf-féle tapasztalati képlet adja az effektív kisugárzás számértékeit:

$$E_H \text{ borult} = E_{ff} \text{ derült} \left(1 - \frac{N_a \cdot k_a + N_k \cdot k_k + N_m \cdot k_m}{10} \right)$$

ahol N_a az alacsony felhők mennyisége az égbolt tizedrészeiben megadva, N_k és N_m ugyanez a közép- és a magas felhőkre vonatkoztatva. k_a , k_k és k_m az alacsony, a közép- és a magas felhők felhőkonstansai. Értékeik:

alacsony felhők (Sc, St, Ns, Cu, Cb)	$k_a = 0,76$
közép- és magas szintű felhők (As, Ac, sűrű Cs)	$k_k = 0,52$
magas szintű felhők (Cs, ritka Ci)	$k_m = 0,26$

Tehát a sugárzási tényező számértékét

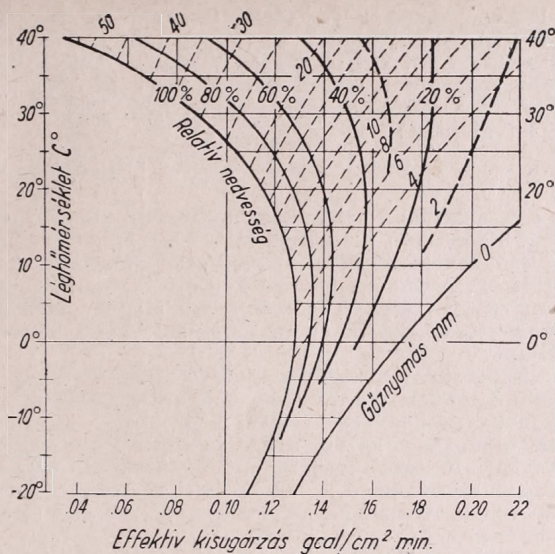
$$Q_s = S \frac{100 - A}{100} - a' E_{ff} \text{ borult}$$

képlet adja.

A talajvezetési tényező Q_t meghatározása. A talaj hőtartalmának megváltozása a talajban hőmérsékletváltozást idéz elő. Ennek a ténynek alapján, ha megmérjük a talajhőmérséklet megváltozását, kiszámíthatjuk a talajba levezetett, illetve onnan felvezetett hő mennyiségét.

$$Q_t = \Sigma \rho c \Delta t$$

ahol ρ a talaj sűrűsége, c fajhője, ρc szorzat értéke nem egyéb, mint a talaj térfogat-egységének hőkapacitása, azon hőmennyiség, amely a térfogat-egységnyi talaj 1°C -kal való felmelegítésére szükséges. Δt a hőmérséklet megváltozása az időegység alatt, a Σ jel azt jelenti, hogy az egymás alatti talajrétegekre vonatkozó $\rho c \cdot \Delta t$ értékeket össze kell adni, mivel mind ρc értékek, mind pedig a Δt értékek az egymás alatti rétegekben különböznek. A ρc szorzat értékét nem a szorzat egyes tényezőinek meghatározása útján, hanem közvetlen méréssel a legcélszerűbb meghatározni. A mérés legegyszerűbben



2. ábra. Diagramm az abszolút fekete test effektív kisugárzásának meghatározására derült időre vonatkoztatva (Baur—Philips nyomán)

kaloriméteres módszerrel történik oly módon, hogy ismert térfogatú és ismert hőmérsékletű talajkockát vágunk ki (legcélszerűbb olyankor, amikor a kérdéses talajrétegben izotermia van). Ezt az ismert tömegű és hőmérsékletű kockát a talaj hőmérsékletétől eltérő, ugyancsak ismert tömegű vízbe tesszük. Az alapos összekeverés után felvett végső hőmérséklet szintén megmérendő. Ekkor az ismert kaloriméteres hőkapacitásképlet alapján:

$$qc = \frac{(m_v + v_k)(t - t_v)}{v_i(t_i - t)}$$

a qc szorzatának értéke meghatározható, ahol m_v a víz tömege, v_k a vizes edény kalorikus vízártéke, t az összekeverés után felvett végső hőmérséklet, t_v a víz hőmérséklete az összekeverés előtt, t_i a talajkocka hőmérséklete a mintavétel után, v_i a talajminta térfogata. A mérést gyorsan kell elvégeznünk, hogy a mérés közben a levegőnek és a környezetnek átadott hőmennyiség elhanyagolható legyen, ugyancsak a mérési hiba csökkentése céljából az is szükséges, hogy lehetőleg nagytömegű talajmintát használjunk.

Ha a talaj térfogategységének hőkapacitását egyszer megmértük, akkor ennek a számértéknek és a talajnedvesség számértékének ismerete alapján a talaj hőkapacitása bármely talajnedvesség értékénél egyszerűen kiszámítható. Ezzel tehát a talajt hőkapacitás szempontjából különböző talajnedvesség értékekre vonatkoztatva kalibrálhatjuk. Evégből szükséges, hogy a fenti mérésnél egyúttal talajnedvesség-mérést is végezzünk. Arra az esetre, ha a leírt kaloriméteres módszer nem alkalmazható, mert talajmintát nem vehetünk anélkül, hogy a talaj szerkezetét meg ne változtassuk, későbbi módszert ismertetünk.

A levegő elvezetési és a párolgási tényezők meghatározása. Ha a fentiek alapján Q_i és Q_v értékét meghatároztuk, akkor a hőháztartás alapegyenletében csupán két ismeretlen maradt: Q_i és Q_v . Ezek értékének meghatározására az alapegyenlet mellé még egy újabb egyenlet szükséges.

Láttuk, hogy

$$Q_i = A c_p \frac{\partial t}{\partial z}, \quad Q_v = A d \frac{\partial s}{\partial z},$$

amely egyenletek egymással való elosztása után:

$$\frac{Q_i}{Q_v} = \frac{c_p}{d} \frac{\partial t}{\partial z} \sim \frac{1}{2} \frac{\Delta t}{\Delta e}$$

ahol Δt két talajközeli egymás fölött fekvő szint hőmérsékletének különbsége, Δe ugyanazon szintek gőznyomásai közötti különbség. Ezen utóbbi képlet az alapegyenlet mellé újabb egyenletet ad és így a két ismeretlen meghatározására két egyenletünk van. Ezen második egyenlet alkalmazásának feltétele az, hogy a mérések időben közel legyenek egymáshoz, tehát a közbeeső A és $\Delta t/\Delta e$ értékek jól interpolálhatók legyenek. Ha ez a kívánalom nem teljesül, akkor A és $\Delta t/\Delta e$ értékeinek megváltozása miatt keletkező hiba már nem elhanyagolható.

Abban az esetben, ha talajhőmérsékleteket nem mérhetünk, vagy a talaj hőtani állandóinak meghatározása nehézségekbe ütközik, pl. megművelt talajnál, akkor a hőháztartásmérésnek egy másik módszerét kell alkalmaznunk. Ismeretes dolog, hogy a talajhőmérséklet rendkívül nehezen mérhető megművelt talajnál anélkül, hogy a talaj szerkezetét meg ne változtassuk a mérésnél. Ebben az esetben célszerű oly módszert alkalmazni, amelynél a felszíni hőháztartást kizárólag a talajfelszín feletti mérésekkel határozható meg, a talajt egyáltalán nem bolygatjuk. Ebben az esetben a hőháztartás alapegyenletében szereplő négy ismeretlen közül hármat: a sugárzási tényezőt, a levegő vezetési tényezőt és a víz halmazállapotváltozásával kapcsolatos tényezőt közvetlenül határozzuk meg. A talajvezetési tényező számértékét pedig az alapegyenletből, mint maradéktagot számítjuk ki. Q_v méréséről már szóltunk, a Q_i és Q_v méréséhez azonban ismernünk kell nemcsak a hőmérséklet és a nedvesség függőleges gradienseit, hanem a kicserélődési együtttható értékét is.

A kicserélődési együtttható számértékének meghatározására több módszer ismeretes. Leggyakrabban használatosak a *Thornhuwaite—Holzmann* és a *Budüko* által adott módszerek. Mindkét módszer a szeleroő függőleges eloszlásából következtet az A értékére, vagyis a légmozgás által létrehozott mozgásmennyiségek függőleges kicserélődésére vonatkoznak. Mi azonban a gőznyomás és a hőmennyiség szállítását végző kicserélődési együttthatót akarjuk megismerni. Ezek az említett módszerek akkor adnak helyes eredményt, ha a mozgásmennyiség és a hőmennyiség, illetve a mozgásmennyiség és a vízgőz-

tartalom ugyanazon kicserélődési együtthatók szerint cserélődik^{ki}. Ez pedig csak szél esetén van így, tehát ezek a módszerek szélesebben nem alkalmazhatók. Míg a *Thornthwaite—Holzmann* módszer szigorúan csak arra az esetre érvényes, ha a hőmérséklet függőleges eloszlása olyan, hogy a potenciális hőmérséklet a függőlegesben állandó, addig a *Budüko*-képlet ezzel szemben haladást mutat, amennyiben a függőleges hőmérsékleti gradiens hatását a kicserélődésre szintén figyelembe veszi.

A *Thornthwaite—Holzmann* módszerben a kicserélődési együttható meghatározására a *Prandtl—Ertel* formulát használják:

$$A = \frac{\rho \cdot k_0^2 \cdot z (u_2 - u_1)}{\lognat \frac{z_2}{z_1}}$$

ahol ρ a levegő sűrűsége, $k_0 = 0,4$ a *Kármán*-konstans, z az a szint, amely szintben a formula A értéket megadja, u_1 és u_2 a z_1 és z_2 szintekben mért átlagos szélsébségek. Meg kell jegyeznünk, hogy z , z_1 , z_2 nem a talajfelszíntől mért magasságokat jelent, hanem a felszín fölött bizonyos h szinttől számítottakat, h meghatározására módszert, valamint a képlet gyakorlati alkalmazását *Felméry* [5] munkájában találunk.

Amíg A -nak a fenti képlete szigorúan csak akkor érvényes, ha a levegő potenciális hőmérsékletének függőleges gradiense zérus, addig a *Budüko* [6] által megadott kicserélődési formula már pontosabb, mert figyelembe veszi a hőmérséklet függőleges gradiensének hatását a kicserélődésre. *Budüko* képlete:

$$A = k_0^2 z \frac{\Delta u}{\lognat \frac{z_2}{z_1}} \left[1 + \frac{m g \Delta T}{T \Delta u^2} \left(\frac{\lognat \frac{z_1}{z_2}}{\lognat \frac{z_3}{z_4}} \right)^2 \right]$$

ahol A a kicserélődési együttható, k_0 a *Kármán*-konstans, z az a magasság, amelyben A értéket megadjuk, Δu a z_1 és z_2 szintek szélsébségei közti különbség, ΔT a z_3 és z_4 szintek hőmérsékletkülönbsége, T ezen szintek középhőmérséklete *Kelvin*-fokokban, g a nehézségi gyorsulás, m annak a talajmenti légrétegnek a vastagsága, amelyben a A kicserélődési együttható a z magasságnak lineáris függvénye.

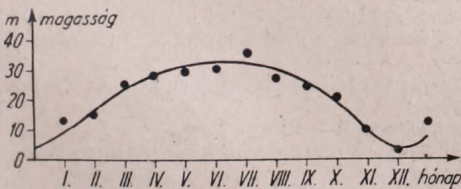
Legcélszerűbb, ha mérésenként a számlálási és hőmérsékletmérési szintek megadjuk, azaz $z_1 = z_3$ és $z_2 = z_4$. Ekkor:

$$A = k_0^2 z \frac{\Delta u}{\lognat \frac{z_2}{z_1}} \left[1 + \frac{m g \Delta T}{T \Delta u^2} \lognat \frac{z_1}{z_2} \right]$$

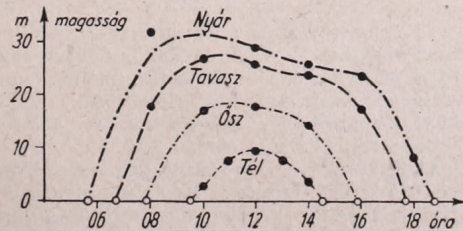
Ez a képlet A értékének ez idő szerint egyik legpontosabb meghatározását teszi lehetővé. Egyedüli probléma m értékének a meghatározása. *Budüko* szerint elegendő, ha átlagértékekkel számolunk. m átlagértékeit táblázatban is megadta. m átlagos értékei (*Budüko* szerint):

	Tavaszi	Nyári	Őszi	Téli
A léghőmérséklet napi maximumának idején	34	42	34	—
A léghőmérséklet napi minimumának idején	28	35	28	22

Mivel a *Budüko* formula alkalmazásánál m értékének lehetőleg pontos meghatározására kell törekednünk, megadjuk m értékének *Brocks* által számított évi (3. ábra) és napi átlagait is (4. ábra). Ezen utóbbi ábrán a napi menet évszakos átlaga szerepel [7].



3. ábra. m déli értékeinek közepes évi menete (*Brocks* nyomán)



4. ábra. m átlagértékeinek napi menete az egyes évszakokban (*Brocks* nyomán)

A fentiekben a hőháztartásmérésnek két módszerét ismertettük: az *Albrecht*-féle módszert és a turbulens kicserélődési együttható előzetes meghatározásán alapuló módszert. Mindkét módszer kifogástalan eredményt csak mikroadvekcio-mentes viszonyok közt ad. Tehát csak nagykiterjedésű homogén felszín esetében alkalmazhatók. Az *Albrecht* módszer előnye az, hogy szélesebben is helyes eredményt ad, hátránya, hogy a talajvezetési tényező meghatározását teszi szükségessé, tehát talajhőmérsékletet, talajhőkapacitást mérni kell, ami minden esetben vihető keresztül, amint említettük. A turbulens kicserélődési együttható előzetes meghatározásán alapuló módszer előnye, hogy alkalmazásánál a felszint nem kell bolygatnunk, a talajvezetési tényezőt a hőháztartás alapegyenletéből, mint maradéktagot, határozzuk meg a három másik tényező előzetes meghatározása után. Alkalmazható tehát a különbözőképpen megművelt talajok esetében, növényállomány-felszín hőháztartásának megállapításánál, vízfelszínénél stb. Hátránya ennek a módszernek, hogy a dinamikus turbulencia kicserélődési együtthatójának a meghatározása segítségével számítja ki a Q_1 és a Q_v komponenseket, tehát csak akkor ad helyes eredményt, ha a hőmennyiség és a vízgőz felfelé szállítására vonatkozó kicserélődési együtthatók vele megegyeznek. Ez csak szél esetében van így, tehát ezen utóbbi módszer szélesed vagy gyenge légáramlása esetén nem alkalmazható.

Az *Albrecht*-módszerhez szükséges műszerek:

- 1 db Robitzsch sugárzásíró,
- 6–8 db talajhőmérő,
- 2 db Assmann-féle pszichrométer.

Az Assmann-féle pszichrométerek a léghőmérséklet és a légnedvesség függőleges gradienseinek a mérésére szükségesek. Legjobb ezeket a talajfelszínhez közel felállítani; általános felfogás szerint 10 cm-nél közelebb menni a talajhoz nem célszerű, mert ekkor az aspirálás miatt műszerünk pontatlanul mér. A pszichrométer által beszívott keverék-levegő hőmérséklete ekkor már jelentékenyen eltér annak a szintnek levegőjétől, amelyben műszerünkkel mérni akarunk. Ha azonban megnézzük a Q_1 és a Q_v komponensek hányadosát megadó formulát, észrevesszük, hogy a magasságkülönbségek már nem szerepelnek, tehát közömbös a hányados szempontjából az, hogy milyen szintekben mérünk pszichrométerrel. Az alsó műszerrel tehát célszerű minél közelebb mennünk a talajfelszínhez. A második műszer távolságát azonban az alsó felett elég nagyra kell vennünk ahhoz, hogy jól mérhető függőleges hőmérséklet- és nedvességkülönbségeket kapjunk.

A talajhőmérőket célszerű sűrűn elhelyezni abból a célból, hogy a felső talajréteg hőmérsékletének időbeli megváltozását a közbeeső nem mért rétegekben interpolálni tudjuk.

A Robitzsch-féle sugárzásírónak, amely a vízszintes síkra beeső direkt és diffúz sugárzás összegét méri, nem szükséges közvetlenül a mérés színhelyén lennie. Elegendő, ha olyan távolságban van felállítva, ahol a sugárzási adatok a mérési hely sugárzási adataival megegyeznek.

A bemutatott második módszer alkalmazásánál szükséges műszerek:

- 2 db Assmann-féle pszichrométer,
- 2 db kézi kanalas szélmérő,
- 1 db Robitzsch sugárzásmérő.

Ezeknek a műszereknek az elhelyezésénél is hasonló elvek érvényesülnek, minél előbb, csupán arra kell ügyelnünk, hogy a legalsó műszerek is beleessenek abba a talajközeli levegőrétegbe, amelyben a kicserélődési együttható a magasságnak lineáris függvénye. Ez a réteg a talaj felett h magasságban kezdődik, felső határát a közölt m értékek adják. Ez a feltétel biztosan teljesül, ha a legalsó műszert az aktív felszín fölött legalább 50 cm magasságban helyezük el.

IRODALOM:

- [1] *Dobosi Zoltán*: Egy mikroklimatikus jelenség értelmezése a talajfelszín hőháztartása alapján. M. T. A. Műsz. Tud. Oszt. Közl. X. kötet 3–4. sz.
- [2] *Dobosi Zoltán*: Mikroklimatikus sugárzásmérések módja fehér-fekete gömbű inszolációs hőmérővel. Időjárás 1955.
- [3] *Falckenberg*: Absorptionskonstanten einiger meteorologisch wichtiger Körper für infraroten Wellen. Met. Z. 1928.
- [4] *R. Geiger*: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 1950.
- [5] *Felméry László*: Kísérlet természetes felszínek párolgásának meghatározására. Időjárás 1955.
- [6] *M. И. Будыко*: Исларение в естественных условиях. Ленинград. 1948.
- [7] *K. Brocks*: Über den täglichen und jährlichen Gang der Höhenabhängigkeit der Temperatur. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 5. 1948.

IRODALOM

MALONE, THOMAS F. (szerk.): **Compendium of Meteorology**. American Meteorological Society' kiadása. Boston, Massachusetts, 1951, 1952. 1334 (B/4) old.

Az Amerikai Meteorológiai Társaság e monumentális, nehezen beszerezhető kiadványának jelentőségére rávilágít az a tény, hogy 102 meteorológus írta; a világ minden tájáról, a meteorológiai tudományágak legkiválóbb képviselői kollektív munkájának az eredménye.

Egy ilyen természetű könyv megjelentetésének szükségessége a II. Világháború után merült fel. 1948-ban az A. M. S. és az *Air Force Cambridge Research Center* geofizikai kutató csoportja együttesen megszervezték a „*Compendium of Meteorology*” szerkesztő bizottságát: T. F. Malone, H. R. Byers, H. E. Landsberg, H. Wexler, B. Haurwitz, A. F. Spilhaus, H. C. Willett és H. G. Houghton személyében. Ez a bizottság azután felkérte a meteorológia különféle területeinek nemzetközileg elismert specialistáit arra, hogy mérjék fel tudományáguk jelenlegi állását és problematikáját.

Az 1951-ben 1334 oldalon megjelent könyv feladatra vállalkozott. A XX. század második felének a küszöbén, amely a meteorológia óriási fejlődését sejteti, a továbbhaladáshoz szükséges volt egy kis számvetés. A *Comp. of Met.* célja: a meteorológia jelenlegi állásának a megvizsgálása, az eddigi kutatómunkák eredményeinek összefoglalása és a további kutatási célok kijelölése.

A könyvben 108 tanulmány van 25 témakörbe csoportosítva: az első rész a levegő összetételével foglalkozik. Ebben a részben E. Glueckauf írt tanulmányt. A második rész a sugárzással foglalkozik. Ezen témakör tanulmányait S. Fritz, F. Möller és A. Angström írták. Különösen figyelemre méltó Angström tanulmánya a sugárzás méréseiről. A harmadik rész a légköri elektromossággal foglalkozik. O. H. Gish, G. R. Wait, W. D. Parkinson, Ross Gunn, J. H. Hagenguth és H. Israel tollából olvashatunk tanulmányokat. A negyedik részben a felhő fizikájával számosan foglalkoznak. Közülük csupán a felhő termodinamikájával foglalkozó F. Möllert, a jégkristályok alakjával foglalkozó Ukichiro Nakaját és a mesterséges csapadékkal foglalkozó V. J. Schaefer és R. D. Coonst említjük. A magaslégkör szerteágazó problémáival K. Mitra, S. Chapman, P. Götz, A. Craig, E. Newell, Dobson, Brewer, H. Lettau, L. Seaton, E. Hulbert, L. Harang, L. Wipple és B. Gutenberg foglalkoznak. A hetedik részben kozmikus meteorológiáról van szó (Craig, Willett). A következő részben a légkör dinamikájánál számos neves meteorológussal találkozunk. Haurwitz: Perturbáció egyenletek a meteorológiában; Van Mieghem: Hidrodinamikai instabilitás; R. Fjortoft: Nagyarányú légköri zavarok stabilitási sajátosságai; E. T. Eady: A ciklonfejlődés kvantitatív elmélete; J. G. Charney: Dinamikus előrejelzés numerikus eljárással; J. E. Miller: Energiaegyenletek; O. G. Sutton: Légköri turbulencia és diffúzió stb. stb.

Az ezután következő három részben az elsődleges, másodlagos és harmadlagos cirkulációról szóló tanulmányok találhatók. Az elsődleges vagy általános cirkulációról P. F. Clapp, J. Namias és V. P. Starr írnak. Az utóbbi cikkben is foglalkozik — nagymennyiségű magaslégköri észlelési anyag birtokában — az általános cirkuláció klasszikus elméletének revíziójával. A nyomásrendszerek mechanikája c. témakörben J. Bjerknes cikkét a trópuson kívüli ciklonokról, Wexler cikkét az anticiklonokról kell megemlítenünk E. Palmén, M. Austin, A. Panofsky és J. R. Fuks munkái mellett. A harmadlagos vagy lokális cirkuláció témakörében F. Defant, E. M. Brooks, H. R. Byers, J. M. Austin jeleskednek.

Ezután a könyv gerince, a szinoptikus meteorológia következik, így a 12. részben a szinoptikus megfigyelésről és analízisről F. Spilhaus, J. Bellamy, V. J. és M. B. Oliver írnak. A 13. rész címe: Időelőrejelzés. Ebben a csoportban a következő tanulmányokat olvashatjuk: H. C. Willett: Az előrejelzés problémája; Gordon E. Dunn: Rövid lejáratú előrejelzés; A. Allen, M. Vernon: Alkalmazott időelőrejelzés; J. Namias: A táv időelőrejelzések általános vizsgálata; F. Baur: Hosszútávú előrejelzés; R. D. Elliott: Hosszútávú előrejelzés az időjárás típusok segítségével; Glenn, Brier, Allen: Az időjelzés bevétele; G. P. Wadsworth: A statisztikai módszerek alkalmazása az időelőrejelzésben. A 14. és 15. rész a hazai és külföldi irodalomban eddig kevésbé ismert kérdéssel, a poláris és trópusi meteorológiával foglalkozik. Az Antarktisz légköri cirkulációjával A. Court, arktikus meteorológiával H. G. Dorsey tanulmánya foglalkozik.

A következő rész a klimatológia. C. S. Durst : Klíma — az időjárás szintézise ; Landsberg, Jacobs : Alkalmazott klimatológia, Rudolf Geiger : Mikroklimatológia ; E. P. Brooks : Az éghajlatváltozás geológiai és történelmi vizsgálata, stb. stb. Az óceánografusok, biológusok, kémikusok és repülőgéptervező mérnökök körében tartanak érdeklődésre számot a határtudományokkal foglalkozó részek, mint : hidrometeorológia, tengeri meteorológia, biológiai és kémiai meteorológia, légköri szennyeződés, felhők, köd és repülőgépjegesedés. Az utolsó témakörök a meteorológiai műszerekkel, laboratóriumi kutatásokkal, rádiómeteorológiával és mikrozeimológiával foglalkoznak.

A könyv végén terjedelmes névmutató található és valamennyi tanulmányhoz bőséges és mégis szelektált irodalom tartozik.

A részletesen ismertetett munka a meteorológia egyik legjobb kézikönyve. Hiányosságaként lehet említeni, hogy a könyvben agro- és mikrometeorológiáról kevés szó esik. A könyv nem tartalmazza és ma már semmiféle terjedelmes kézikönyv nem is tartalmazhatja a meteorológia teljességét. Ez nem is volt a feladata. Meteorológiai tudásunk keresztmetszetét, vázlatát adja és ezzel célkitűzését el is érte.

Felméry László

HOFMANN, GUSTAV : **Die Thermodynamik der Taubildung** (A harmatképződés termodinamikája). Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Nr. 18. 45 (A/4) oldal, 13 ábra, 8 táblázat. Bad Kissingen, 1955.

A Münchener Meteorológiai Intézet munkája nagy részét a talajnak és a talajközeli légrétegnek az energia- és vízháztartási problémái képezik. E munka a harmatképződéssel foglalkozó kutatócsoport eredményeiről számol be. A bevezetőben rövid irodalmi áttekintést ad a harmat gyakoriságáról, időbeli eloszlásáról, egy éjszakai maximális mennyiségéről, hosszabb periódusokra vonatkozó értékösszegéről és a vízháztartásban betöltött szerepéről. A harmatképződést az éjszakai energiaháztartás részeként tárgyalja. Az energiamérleg-egyenletből a hőátadás törvényének a segítségével harmatképletet vezet le, s ennek segítségével megállapítja, hogy közép-európai viszonylatban 10 órás harmathullás után a harmat mennyisége 0,7 mm és kedvező körülmények mellett sem éri el az 1 mm-t az egész éjszaka folyamán.

A munka elméleti eredményeit összehasonlítja a harmatképződés fizikájára vonatkozó kiadványokkal (M. Robitzsch, F. Zunker, G. Jamamoto), majd behatóan tárgyalja T. Homén és E. Wollny munkáit. E. Hiltner kísérletének fizikai-meteorológiai analizisével kimutatja, hogy az ún. növényfaktor értéke (5,5) téves következtetésen alapul. A lysiméteres kísérletek kapcsán rámutat a belső harmat sok munkában előforduló túlbecslésére. A továbbiakban az időjárásnak és a mikroklimának a harmathullásra gyakorolt hatását vizsgálja az egyes meteorológiai tényezők, mint például a léghőmérséklet, effektív kisugárzás, hőátadás az altalajból, szélesebesség, relatív nedvesség és a harmathullás időtartama segítségével. Végül a talált törvényszerűségekből következtet, különösen E. Leich és W. Gelbke munkáival kapcsolatban, a különböző harmatmérési technikák továbbfejlődésére. Befejezésül ismertet egy termoelektromos harmatmérőt, amely lehetővé teszi a harmat felfogó hőháztartásának valamennyi komponensére vonatkozó mérést.

Békeffy Józsefné

W. BAIER : **Frostbekämpfung im Weinbau** (Fagyvédelem szőlőben). Berichte des Deutschen Wetterdienstes, 2. kötet, 15. szám. Bad Kissingen 1955. 47 (A/4) oldal, 9 ábra, 4 táblázat, 12 térkép és 24 metszet.

Németország egyik jelentős borvidékén, Württemberg és Baden északi részén, az egymást követő években fellépő késő-tavaszi fagyok olyan súlyos károkat okoztak, hogy a szőlőtermelés válságos helyzetbe jutott. Állami feladattá vált a fagy elleni védekezés gyors és eredményes megoldása.

A szerző az általános részben ismerteti az említett terület szőlőtermelési helyzetét, a borvidék éghajlati viszonyait különös tekintettel a késő-tavaszi fagyok fellépésének gyakoriságára és időpontjára, majd a megtett gazdasági intézkedéseket tárgyalja.

A meteorológiai fejezetben részletesen foglalkozik a késő-tavaszi fagyok jelentkezésének szinoptikus és helyi feltételeivel. Méréseket végeztek derült és borult éjszakákon, különböző talajfelszínek felett a talajközeli légréteg hőmérsékleti viszonyainak tanulmányozása céljából. A szerző megkülönböztet „hideg levegőt termelő” és „hideg levegőt nem termelő” talajfelszínt.

Ezután részletesen foglalkozik a dolgozat a helyi-klíma terepfelmérések módszereivel és ismerteti a német meteorológiai szolgálat agrometeorológiai kutató állomásainak terepfelvételi módszerét. Az említett borvidék 224 községében vettek fel jegyzőkönyvet, amely a következő pontokat tartalmazza : 1. Általános rész : a község gazdasági viszo-

nyai, különös tekintettel a szőlőtermelésre. Általános fagygyakoriság és az 1953. évi fagykár. 2. A terület felszíni viszonyai. 3. Helyi klíma: hideg levegőt termelő felületek, hideg levegő beáramlásának iránya, uralkodó szélirány, helyi klímaviszonyok. 4. Az ajánlott fagyvédekezési eljárás.

A jegyzőkönyv az ismertetett terület bejárása alkalmával készült. Egyidejűleg a jegyzőkönyv-felvételző 1 : 10 000 méretarányú térképre a gyakorlati gazdák tájékoztatása alapján berajzolta a fagyhatárt, az átlagos ködhatárt, a fagyzugokat és a hideg levegő beáramlásának helyét. Műszeres méréseket a terep bejárása alkalmával az idő rövidsége miatt nem végeztek. A feladat az volt, hogy 1954 tavaszára a munka befejeződjék és az esetleg jelentkező késő tavaszi fagy alkalmával már a megfelelő védekezés álljon rendelkezésre. A feldolgozás közben felhasználták a fenológiai adatokat is, mivel a növény e téren egyik legjobb műszernek is tekinthető.

Az utolsó fejezetben részletesen tárgyalja a cikk a különböző fagyvédekezési eljárásokat, ismerteti ezek gyakorlati alkalmazását és határfokát, és összehasonlítja az egyes eljárásokat költség, munkaerőigény és eredményesség szempontjából.

A mű a felvett jegyzőkönyvek alapján 24 metszetet közöl a borvidék természetes határu völgyeiről. Ezek feltüntetik a felszín alakulását (magasságát), a talajt borító növényzet fajtáját (szőlő, gyümölcsös, erdő) és a hideg levegő magasságát.

Gyűjtő térkép ábrázolja a borvidék egyes helyeinek fagygyakoriságát és az 1953. évi fagykárt százaléklban. Ezenkívül még 11 1 : 25 000 méretarányú térkép mutatja be részletesen az említett terület fagyviszonyait, a hideg levegő beáramlásának irányát.

A szerző és munkatársai igen nagy munkát végeztek, de a kérdés megoldása nem tekinthető véglegesnek. Minden követelményt kielégítő eredményt csak huzamosabb ideig tartó műszeres mérésekkel lehet elérni.

Szakály József

M. I. BUDŰKO—H. P. POGOSZJAN : A talajmenti légréteg éghajlatának megváltozása a száraz területek meliorációja kapcsán. (Izmenyenyije klimata szloja prizemnovó vozduha pri melioracii zasuslivüh rajonov.) Priroda, 1954. májusi szám, 45—51., 3 ábrával.

A magyar szakkörök annakidején nagy érdeklődéssel fogadták az 1952-ben majdnem azonos címen megjelent kiváló szovjet könyvet, amely egy hattagú írói kollektiva tollából származott. (Az 1952-ben megjelent könyv pontos címe: *Izmenyenyije klimata v szvazi sz planom preobrazivanyija prirodü zasuslivüh rajonov SZSZSZR*; a mostani cikk két szerzőjén kívül még O. A. Drozdov, M. I. Lvovics, Sz. A. Szapoznyikova és M. I. Jugyin működtek közre a könyv összeállításában.)

Az előttünk fekvő, két évvel későbbi dolgozat rövid összefoglalásban ismerteti a kérdés jelenlegi állását olyan előadásban, hogy az ne csak a meteorológusoknak, hanem más tudományok művelőinek is gyors tájékoztatást szolgáltatson. A tárgyra vonatkozó kutatások történetének és a kérdés tisztázására szervezett nagyszabású meteorológiai kutatóexpedícióknak leírása után főképpen két kérdéssel: az erdősítésnek az éghajlati hatásaival és az öntözések éghajlati következményeivel foglalkozik.

Az erdő éghajlati hatásai kapcsán részletesen foglalkoznak a szerzők a szélgyengítő és esőnövelő hatással. A nem-meteorológus olvasókra való tekintettel állást foglalnak az ellen az elképzelés ellen, mintha az erdő megállítaná azokat a nagy szeleket, amelyek a szinoptikai légtestek áthelyeződéseiből származnak. Az erdőnek nem lehet ilyen hatása a több kilométer vastagságú áramlásokra. Ellenben lényegesen megnöveli a talajközeli légrétegekben a surlódást és ezzel előmozdítja a felszálló mozgások keletkezését, ami ingatag rétegződésű levegőben csapadékképződésre, illetőleg a csapadékok mennyiségének bizonyos fokú megnövekedésére vezet. A cikk világosan kimondja, hogy az erdőnek ilyen időjárási helyzetekben esőnövelő hatása van, azonban ez nem nagymértékű és az évi csapadékösszegnek legfeljebb 10%-kal való megnövekedéséről lehet szó.

A nem túl sűrű erdőállományoknak további fontos hatása van a szél turbulenciaviszonyaira. Az ilyen erdő csak a kisebb méretű turbulenciatesteket engedi át, a nagyobbakat nem; tehát mint turbulencia-szűrő működik. Ez a jelenség hozza létre az erdő-sávok párolgáscsökkentő hatását. A hatás azonban elmarad, sőt ellenkezőre fordul abban az esetben, ha túlságosan sűrű állományokkal van dolgunk. Ezek ugyanis a turbulenciát megnövelik és vele együtt az elpárolgást is fokozzák.

Az öntözés éghajlati következményeinek tárgyalása során szó van a hőmérséklet-csökkentő hatásról (kisebb öntözéseknél az ottani területeken 2 fokos, 10 km-es hosszúsági és szélességi méreteket meghaladó öntözéseknél 4—5 fokos csökkenés), a viszonylagos légnedvesség ezzel járó megnövekedéséről (a nagyszabású öntözéseknél 20%-kal), továbbá a *Szkvorcov* által már 20 évvel ezelőtt felfedezett paradox sugárzási egyenleg

jelenségéről (az öntözött terület többet tart vissza a besugárzott energiából, mint a nem öntözött területek, ami sötétebb színének és alacsonyabb felszíni hőmérsékletének köszönhető), valamint az erősen öntözött területeken fellépő *nappali hőmérséklet-inverzió* jelenségéről.

A cikk igen kitűnő áttekintést biztosít ezeknek az érdekes kérdéseknek a jelenlegi állásáról.

Aujesky László

SANSON, J. : Conférences de météorologie appliquée a l'agriculture (Mezőgazdasági meteorológiai előadások). 153 (A/4) oldal, 16 színes, 56 szövegközi ábra, 3 térkép. Météorologie Nationale, Paris, 1952.

A kiadvány hét mezőgazdasági főiskolai előadás anyagát ismerteti. Ez az előadás-sorozat megmutatja, hogy a meteorológia alkalmazása elengedhetetlenül szükséges a munkáját észszerűen megszervezni kívánó mezőgazdasági szakembereknek. A hónap és az azutáni napok munkaterve csak a leendő időjárás ismeretében készíthető el. Az előadó szükségesnek tartja minden nagyobb gazdaságban egyszerű, de megfelelően felállított meteorológiai állomás létesítését, amely azonkívül, hogy a táv-időelőrejelzéseket a helyi föltételekhez alkalmazza, adataival lehetővé teszi a helyi éghajlati viszonyokról pontos kép alkotását.

A szerző bevezetőül általánosságban tárgyalja a modern meteorológia alapvető fogalmait: a vizgót, a felhők osztályozását, a felhőrendszereket, a nyomás- és hőmérsékleti központok változásait, a légtömegeket és végül a diszkontinuitási felületeket és frontokat. Az előrejelzési gyakorlat rövid leírása után foglalkozik a fontosabb meteorológiai tényezőknek a növényzetre kifejtett hatásával, továbbá egy mezőgazdasági üzem éghajlati elemeinek a meghatározásával, az előrejelzések és az éghajlati adatok felhasználásával új növények termelése, a trágyák észszerű hasznosítása, fagyvédelem, mesterséges eső, légkondicionálás stb. terén, a meteorológiai tényezők és a termés-hozam kapcsolatával, és végül beszámol az elért eredményekről.

Sanson munkája igen értékes, nemcsak mint szakkönyv, hanem mint kézikönyv és segédeszköz a sokféle problémák megoldásában. A fizikai jelenségeken és a matematikai problémákon kívül gyakorlati számításokat is tartalmaz, s ezek részletes felvilágosítást nyújtanak nemcsak a szükséges adatokra, de felhasználási módjaikra vonatkozólag is.

A könyv igen tetszetős, három színes időjárás térképet tartalmaz és számos több-színű képet kiválasztott növényekről és kártevőikről.

Békeffy Józsefné

UNGEHEUER, HANS : Ein meteorologischer Beitrag zu Grundproblemen der Medizin-Meteorologie (Meteorológiai hozzájárulás az orvsmeteorológia alapproblémáihoz). Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 16, Bd 3. 32 (A/4) oldal, 23 ábra, 7 táblázat. Bad Kissingen, 1955.

A bioklimatológiai, illetve orvsmeteorológiai irodalomnak módszertani szempontból figyelemreméltó terméke *Ungeheuer* dr.-nak, a Bad Tölz-i Orvsmeteorológiai Kísérleti és Szaktanácsadó Állomás kutatójának most megjelent, legújabb műve.

A tömör stílusú, világos szerkezetű tanulmány új, orvsmeteorológiai időanalízisnek nevezett módszert ismertet. Abból a feltevésből indul ki, hogy az időjárás elemek évi és napi járása következtében létrejövő időjárás ritmus és a biológiai folyamatoknál megfigyelt évi és napi ritmus között törvényszerű kapcsolat található; ezért az időjárás kilengései a biológiai folyamatoknak a normálviszonyoktól való eltéréseit eredményezik. Ebből következik a speciálisan orvsmeteorológiai analízis készítésének lehetősége, amelynek szét kell választania a periodikus és aperiodikus időjárás folyamatokat. Az erre a célra kidolgozott módszer alapjául a tisztán szabályos és teljesen szabálytalan szélsőségek között váltakozó időjárás környezet ábrázolását választotta, s azt hat, ún. „időjárás fázis” meghatározásával végezte el. A továbbiakban egy konkrét területen a hőmérsékleti és nedvességi viszonyok normáltól való eltéréseinek megállapítására szolgáló számítási eljárását ismerteti; az eltérések alapján osztályozhatók az időjárás fázisok.

A II. részben beszámol a szerző az 1949–1954 időszakban az időjárás fázisok és biológiai folyamatok összehasonlításánál elért eredményeiről, majd ismerteti a kísérleti szemlék közérzete, valamint a hőmérsékleti és nedvességi viszonyok átlagtól való eltérése közötti kapcsolatra vonatkozó vizsgálatait.

Az érdekes mű különös figyelmet érdemel a bioklimatológiai kérdésekkel foglalkozók részéről.

Mezősi Miklós

SZEMLE

Megkezdte munkáját a Martonvásári Agrometeorológiai Obszervatórium

Nagy jelentőségű létesítménnyel gazdagodott az Országos Meteorológiai Intézet: felépült és megkezdte működését Martonvásáron az ország első agrometeorológiai obszervatóriuma.

Nemcsak a meteorológusok, hanem a mezőgazdasági szakemberek és a társ-tudományok művelői is régóta vártak már egy olyan tudományos kutatócsoport megalakulására, amelynek feladata tisztázni mindazon kérdések meteorológiai vonatkozásait, amelyeket az egyes szakterületek elméleti és gyakorlati művelői magukban nem oldottak és nem is oldhattak meg. Hiszen a mezőgazdaságon belül — növénytermelés, talajművelés, üzemtan stb. — lépten-nyomon találkozzunk olyan meteorológiai vonatkozású élettani, fizikai és egyéb kérdések tömegével, amelyekre a helyes feleletet a meteorológus, helyesebben az agrometeorológus adhatja csak meg, az érdekelt társ-tudomány szakembereivel szoros együttműködésben.

Az elmúlt évtizedben különösen nagy érdeklődést tanúsítottak a mezőgazdák a meteorológia iránt. Ez érthető is. Hiszen az elmúlt évtizedben tértünk át a tervezésgazdálkodásra. Államunk számos új feladat megoldásával bízta meg a mezőgazdaság elméleti és gyakorlati szakembereit. E feladatok között nem kisebb horderejű kérdések voltak, mint pl. új, nálunk eddig még nem termelt növények meghonosítása, számos takarmány-, ipari és egyéb növény célszerű nemesítése, az öntözéses gazdálkodás nagyarányú fejlesztése, tájtermelés és így tovább. Vitathatatlan tény, hogy az eredmények érdekében a meteorológusnak is részt kellett vállalnia a munkából. Hiszen számos új, a gyakorlati igényeket sokkal jobban kielégítő éghajlati feldolgozást kellett elkészíteni, hogy a szokatlan arányú és irányú érdeklődésre kimerítő és szak-szerű, pontos választ adhassanak. Erre legjobb példa, ha figyelembe vesszük, hogy a közelmúltban számos olyan meteorológiai tárgyú szakkönyv, országos jelentőségű éghajlati földolgozás látott napvilágot, amelyek mindögyike közvetlenül, vagy közvetve, fejlődő mezőgazdaságunk érdekeit szolgálja. A Meteorológiai Intézet természetesen nem hagyta abba, hanem

folytatja és folytatni fogja ilyen irányú munkásságát népgazdaságunk és ezen belül mezőgazdaságunk korszerű fejlesztése érdekében.

A különleges, elsősorban mezőgazdasági célokat szolgáló éghajlati feldolgozások azonban nem elegendők. Számtalan sok kérdésre csakis agrometeorológiai kísérletek különleges mérések elvégzése után lehet érdemleges választ adni. Államunk megértette az agrometeorológiai kutatómunka nagy jelentőségét és megadta ehhez nemcsak a módot, hanem a lehetőséget is. A lehetőségekhez mért személyi, anyagi és erkölcsi támogatást megkapta a Meteorológiai Intézet. Így első feladatként a leendő Agrometeorológiai Obszervatórium helyét kellett kijelölni. Az Intézet Tudományos Tanácsa Martonvásár mellett döntött. Martonvásáron működik ugyanis a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutató Intézete, ahol a különböző mezőgazdasági és társ-tudományok szakembereivel történő szoros együttműködésre minden lehetőség megvan. Ezenkívül pedig — mint a Tudományos Akadémia vezetése alá tartozó kutató intézetnek — kézenfekvő az is, hogy kapcsolatban és összeköttetésben legyünk a Tudományos Akadémia más intézeteivel, valamint az ország egyéb, mezőgazdasági kísérleti intézményeivel. Az ilyen természetű kapcsolatok előnyeinek ismertetése szinte fölösleges is.

A Martonvásárott felállítandó Agrometeorológiai Obszervatórium tervét a Magyar Tudományos Akadémia is helyeselte és elfogadta. Így azután Martonvásáron, a Magyar Tudományos Akadémia gyönyörű ősparkjában — természetvédelmi terület —, ahol egykor a világ zeneirodalmának egyik legkiemelkedőbb alakja, a halhatatlan zeneköltő, Beethoven oly sok kedves napot töltött, évszázados fák árnyékában épült fel Magyarország első Agrometeorológiai Obszervatóriuma. Kétségtelen, hogy sem tudománypolitikai, sem gyakorlati, sem pedig egyéb szempontokból jobb helyet nem kaphatott volna ez a fiatal, de igen nagy lehetőségek előtt álló, már régóta nélkülözött tudományos intézmény.

Az Obszervatórium munkatervének összeállításánál — amelyet *Kulin István*,

az Intézet, az agrometeorológiai osztálynak vezetője dolgozott ki — több szempontot kellett figyelembe venni. Mindenek előtt a jelenleg rendelkezésünkre álló tudományos személyzetet, valamint a műszer és egyéb felszerelés ellátottságát. Figyelembe kellett venni azt is, hogy a kutatóprogram lehetőséget biztosítson a legfontosabb elvi agrometeorológiai kérdések tisztázására, és azoknak, valamint a már eddig tisztázott elméleteknek a mezőgazdasági tudományos kutatásban és gyakorlatban történő alkalmazására. Éppen ezért, a munkaterv összeállításánál *Dési Frigyes* igazgató elgondolásaihoz híven az obszervatóriumban főleg elméleti irányú mikroklimatológiai és inkább gyakorlati irányú agrometeorológiai kutatásokat vetünk programba. A kutatócsoportok részben együttműködve, részben pedig külön-külön oldják meg a rájuk váró feladatokat.

A kutatóprogram meglehetősen sokrétű. Mégis, az élénk tűzött célok és feladatok keresztülvihetők, megoldhatók. A részletes tervek ismertetésétől itt most természetesen el kell tekintenünk, mégis, röviden vázoljuk azokat a feladatokat, amelyek az 1956. évi tervünk lényeges részét képezik.

1. *Éghajlati és agrometeorológiai állomási megfigyelések és agrárklimatológiai feldolgozások.* Ezek számos agrometeorológiai probléma megoldásához az első megközelítést jelentik és azonkívül a finomabb részletekbe menő mikroklima-kutatásokhoz is nélkülözhetetlen támpontot szolgálnak.

2. *Mikroklimatikus terepfelmérések.* Ezen feladatkörön belül foglalkozunk a különböző talajösszetételek, valamint a talajfelszín finomabb és durvább alaklása következtében a talajfelszíni réteg hőmérsékleti viszonyában mutatkozó különbségek kutatásával (ide tartozik a talajtani és domborzati fagyzugok keresése), valamint a feltalaj különböző mélységű rétegeiben, kisebb-nagyobb területységeken belül mutatkozó hőmérsékleti különbségek, továbbá a talajnedvességben jelentkező eltérések vizsgálatával. E program-pont első felében szereplő (fagyzugkutatás) kérdések vizsgálatát ez év tavaszán már megkezdjük.

3. *Különböző összetételű és szerkezetű talajok hő- és vízgazdálkodásának tanulmányozása.* E témakörön belül több elméleti kérdés tisztázását kívánjuk elvégezni, többek között a talajharmat-képződés ma még nem eléggé tisztázott folyamatainak vizsgálatát, valamint a talajpárologatás tanulmányozását is.

4. *Különböző talajművelő eljárások hatásának tanulmányozása a talaj hő- és vízgazdálkodására.* Az ide tartozó vizsgálatok

célja, hogy a megismert törvényszerűségek birtokában — az időjárás alakulásától függően — az időjárás helyzetekhez rugalmasan alkalmazkodó talajművelő módszerek hatásait elméletileg és gyakorlatilag tisztázzuk s ezáltal elősegítsük a különböző tájegységeknek legjobban megfelelő agrotechnikai módszerek kidolgozását. Ez év nyarán ezeket a vizsgálatokat már megkezdjük.

5. *Különböző növényállományok és növénytermelő eljárások mikroklimatológiai vizsgálata.* A különböző növénytermelési eljárások (pl. vetéssorok irányítása, sorozatos vetés, különböző növény- és sortávolság stb.) alkalmazása esetén a növényállományok belül más és más mikroklima viszonyok alakulnak ki. Ezek következtében a különböző rovar és gombabetegségek eltérő életkörülmények között élnek.

A talaj hő- és vízgazdálkodása is eltérő a különböző növénytermelési eljárások mellett. Célunk, a különböző éghajlati és időjárás helyzetek között az egyes módszerek jelentőségének tanulmányozása.

6. *Télállásági és fagyállásági vizsgálatok.* Ezekkel a kérdésekkel már foglalkoztunk az elmúlt két télen a Mátraszentlászlói Fagykísérleti Állomáson. Vizsgálatainkat tovább folytatjuk s hasonló méréseket és megfigyeléseket Martonvásárott is végzünk.

7. *Talajtakarási kísérletek.* A talaj színét, és ezzel az albedóját megváltoztatató anyagok alkalmazása révén a talaj és a talajközeli légtér meteorológiai viszonyaiban beállott változásokat és ezek hatásait vizsgáljuk.

8. *Kora őszi és késő tavaszi fagyveszély elleni védekezések és ezek hatásainak vizsgálata, valamint jó módszer kidolgozása.*

9. *Bioklimatológiai kutatások.* Az ide tartozó kutatásokkal számos elvi kérdést, mérési módszert, különleges célokra használható meteorológiai állapotmérő műszereket dolgozunk ki.

10. *Egyéb feladatok.* A különböző társ-tudományok művelőivel szoros együttműködés kiépítése, szakismeretek és tapasztalatok kölcsönös kicserélése és növevése, kutatási módszerek tökéletesítése stb.

A csak vázlatosan ismertetett munkaterv már így is sokat elárul az Obszervatórium gazdag programjából.

Az Obszervatórium épületét ez év szeptember 1-ével vettük használatba. A dolgozószobák és a laboratórium, a Mezőgazdasági Kutató Intézet kísérleti telepei és gazdag műszerparkunk öt agrometeorológus részére a megoldandó fontos, szép feladatok nagy tömegének elvégzéséhez a lehetőséget megadja. A meteorológiai és mezőgazdasági szakemberek nagy lelkesedéssel és reményekkel tekintenek a most induló úttörő munka elé.

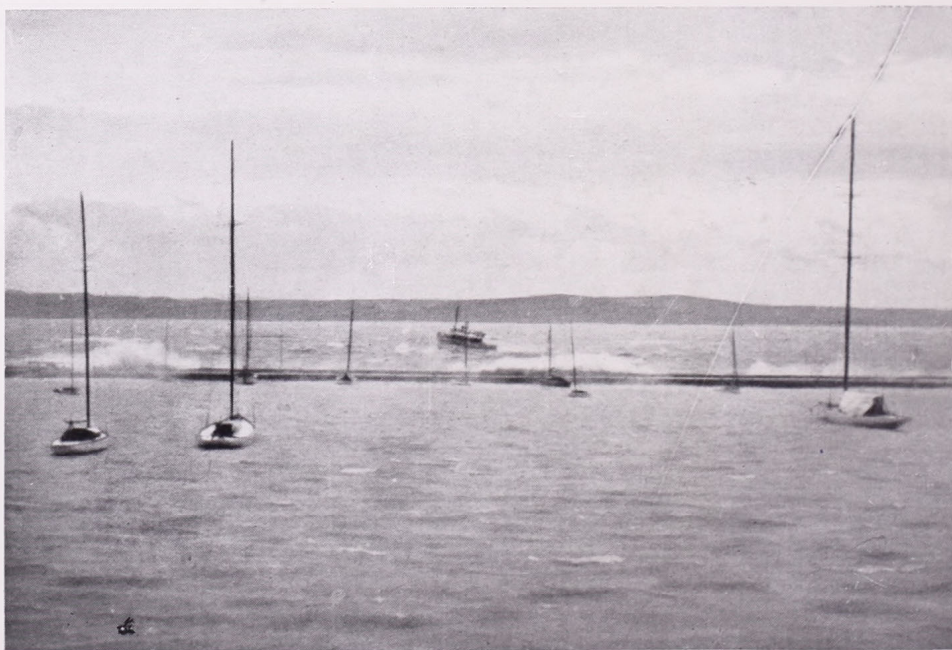
Szilágyi Tibor



1. kép : A martonvásári Agrometeorológiai Obszervatórium, épült 1955-ben.
(Ozorai Zoltán felvétele)



2. kép : Felhőtölcsér az 1955. augusztus 15-i felhőszakadás közben
(l. *Időjárás* 1955. 4. szám, 256. old.), a ferihegyi repülőtértől SW irányban,
18 óra 30 perckor. (Török Alajos felvétele)



3. kép : A viharos Balaton hullámai a siófoki mólón, 1955. augusztus 9-én
13 óra 20 perckor. Cikk a 316. oldalon. (Ozorai Zoltán felvétele)

AZ ORSZ. METEOROLÓGIAI INTÉZET IGAZGATÓJÁNAK LÁTOGATÁSA A SZOVJETUNIÓBAN

Dési Frigyes egyet. tanár, az Orsz. Meteorológiai Intézet igazgatója, a Szovjetunió Központi Hidrometeorológiai Főigazgatóságának meghívására 1955. szeptember 1-én hivatalos látogatásra Moszkvába utazott. A látogatás célja a két ország meteorológiai szolgálatában a baráti együttműködés szorosabbá tétele, s ennek keretében az egyes munkaterületeken az eljárások egyezésítése volt. A szeptember 7-ig tartó hivatalos megbeszélések napirendjén szerepelő összes szakmai problémák a szívélyes, baráti légkörben maradéktalanul megoldódtak.

A moszkvai megbeszélések tengelyében az időjárásjelentések gyors, automatizált és zavarmentes közvetítésének kérdése állott. Ennek biztosítása érdekében a megállapodások szerint még 1955 folyamán a már meglévő kivül több géptávírvonalat építünk a szinoptikus szolgálat időjárás táviratainak továbbítására az eddigi, a légkör elektromos jelenségei által gyakran zavart rádióközlés helyett. A távgepirók üzembe állításával lehetővé válik naponta 8 időpontban, tehát minden 3 órában az időjárásjelentések gyors kicserélése, mégpedig nemcsak a szovjet és a hazai meteorológiai állomásokról, hanem a két országot környező államok területeiről is. Az így begyűjtött hatalmas mennyiségű anyag felhasználásával naponta 8 alkalommal válnak számunkra is elemezhetővé az Európánál jóval nagyobb terület fölötti légköri folyamatok.

A légköri zavaroktól független, korszerű adataisere nemcsak prognózis szolgálatunknak jelent komoly előrehaladást az előrejelzések beválási arányszámának növelésében, hanem a repülést biztosító meteorológiai szolgálatban is részletesebbé és mégis pontosabbá lesz tehető mind a hazai, mind pedig a nemzetközi repülőjáratoknak a lehető legrövidebb időn belüli időjárás eligazítása.

A moszkvai megállapodások végrehajtása után repülőtereink az eddiginél sűrűbb időpontokban cserélhetik majd ki egymás között is jelentéseiket, különösképpen azokat, amelyek a közeledő, és a repülésre veszélyes időjárás jelenségekről adnak hírt. Veszélyjelentő szolgálatunknak ezzel a bővítésével természetesen nemcsak légi forgalmunk időjárás biztonsága növelhető, hanem a nyári idényben a balatoni és dunai viharjelző szolgálat is gyorsabb és részletesebb tájékoztatólathoz jut, s ezzel a vízisportok meteorológiai szolgálata is lényegesen fejlettebbé válhat. Különlegesen időszerűvé vált e problémákör most, amikor közvetlen megnyitás előtt áll első öt éves tervünk legszebb alkotása, a sío-

foki központi viharjelző állomás Balatonkutató obszervatóriuma.

Ugyancsak a megállapodások értelmében megnöveljük az időjárásjelentéseket 3 óránként, tehát éjjel-nappal küldő állomásaink számát és szaporítjuk a szabad légkörben végzendő (pilot és rádiószonda) méréseinket is.

Mindezek a valójában nagyon hasznos és gyakorlatias intézkedések jelentősége természetesen túlnő a szolgálati célokon: lényegesen kedvezőbb feltételeket biztosítanak tudományos kutatómunkánk számára is. Segítségükkel lehetővé válik hazánk időjárásának és éghajlatának még alaposabb megismerése. Kutatásaink különösképpen két irányban folyhatnak az eddigieknél tágabb keretben. Az egyik irány a *mennyiségi prognózisok* kérdése, mely *Kibel* professzornak, a leningrádi Központi Prognosztikai Intézet vezetőjének úttörő és alapvető elméleti kutatásai nyomán egyre közelebb kerül a gyakorlati megvalósuláshoz. Előbb-utóbb el kell érkeznünk ugyanis ahhoz, hogy a Kárpát-medence különleges viszonyait figyelembe vevő prognózisaink tartalmazzák a várható szél erősségének és irányának, a felhőzet mennyiségének, a csapadék és hőmérséklet nagyságának *számszerű* értékét is.

A kutatások másik iránya a *mezőgazdaság érdekeit* szolgáló meteorológiai kutatások kérdése, elsősorban a termésbecslés prognosztikai alapjainak megteremtése. Ha a rövid- és hosszúidejű prognózisainkban a várható hő- és vízháztartási állapotokra is tudunk következtetni, akkor az egyes növények optimális hő- és vízháztartási igényeinek ismeretében lehetővé válik a növények várható fejlődésére vonatkozólag is képet kapnunk, s ezzel a mezőgazdaságban végzendő munkák irányítását komolyan megalapoznunk.

Mindezeknek — a tudományos kutatásainkat igen közelről érdeklő — kérdéseknek a szemponjtájból szűrföltött értékes segítséget jelentett a Szovjetunió Központi Hidrometeorológiai Főigazgatóságának az az előzékenysége, mellyel lehetővé tette, hogy *Dési* professzor a hivatalos megbeszélések befejeztével még közel két héten át tanulmányozhassa a Központi Főigazgatóság irányítása alatt álló meteorológiai tudományos intézményeket, mint például a Leningrádban levő, *Vojejkov*-ról elnevezett Központi Geofizikai Intézetet, a Központi Hidrológiai Intézetet, a méreteiben is imponzáns Központi Aerológiai Intézetet, a Központi Prognosztikai Intézetet stb. Az egyes kutató intézeteknek nemzetközileg is elismert tekintélyű vezetőivel folytatott személyes megbeszélések tapasztalatai nemcsak a szovjet meteorológiai szolgálat kiválóságáról eddig

is vallott vélekedésünket támasztották alá, hanem megerősítést jelentettek az irányban is, hogy a bár jóval szerényebb keretek között végzett hazai meteorológiai kutatásaink is helyes irányban haladnak.

Gazdag programú útjáról szeptember 18-án érkezett vissza *Dési* professzor. Tapasztalatairól, szerzett benyomásairól október 4-én az Intézet kollégiuma, 5-én pedig az Intézet összes dolgozói előtt tartott általános figyelemmel és érdeklődéssel kísért, részletes beszámolót.

Kakas József

FEHŐTÖLCSÉR A FERIHEGYI REPÜLŐTÉREN 1955. JÚLIUS 14-ÉN.

A repülési meteorológiai szolgálatnál a talajközeli szélirány- és szélerősségnek az utolsó 10 perere vonatkozó közepes értéke nagyon fontos adat, mert a földön a leszállójel kihelyezése, a levegőben a pilóta felkészülése a szél várható hatására ettől az adattól függ. A szélirány gyorsperiódusú ingadozását nem lehet tekintetbe venni, mert akkor állandóan ide-oda kellene áthelyezni a leszállójelet. A szélesebbég lüktetését azonban — ha az bizonyos határt meghalad — a gépvezető tudomására szoktuk adni. A megelőző 10 perc folyamán észlelt legerősebb szellőkés sebességét rádióon közöljük vele.

Az esetek túlnyomó többségében átlagos légnyugtalanság mellett sem a szélirány, sem a szélesebbég ingadozásai nem teszik kockázatosná a leszállást, mert egy-egy kilengés gyorsan elmúlik, esetleg ellenkező irányba csap át. Előfordul azonban, hogy a szélirány tartós változáson megy keresztül, az átmenet alatt pillanatról pillanatra egyirányban változik az előbbi közepes irány felé való visszatérés nélkül. Ilyenkor leszállás közben levő gép kénytelen számolni azzal, hogy mire leér a földre, a szél iránya 30–40 fokkal eltér a megadott értéktől. A szél sebességét illetőleg az erősebb szél helyes leszállásnál a kifutás hosszát csökkenti, a gyengébb szél a kifutás várható hosszát nagyítja. Az erős szél rövidebb periódusú sebességbeli ingadozásai rendszerint nagyobbak, mint a gyengé. A szélerősödés szembehaladó gépet megemel, a szélgengülés pedig süllyeszti azt. Mindkét hatás — minthogy földközben éri a gépet — a gépvezető részéről fokozott elővigyázatosságot igényel. Erre hatványozottan szükség van akkor, ha a gép a repülőtéren olyan sebesforgású örvénnyel találkozik, amelynek átmérője többszörösen meghaladja a gép feszítávolságát vagy törzshosszát. Ilyen örvényekkel való találkozás hirtelen és nagyobbfokú szélirány- és sebességváltozással jár.

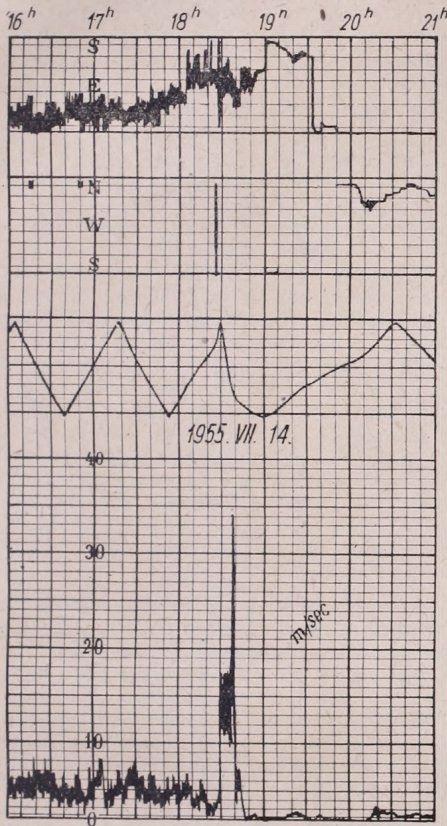
Az örvényszerű képződmények közé tartoznak azok az örvénycsővek vagy

örvényfonalak, melyek felhőtölcsér, víztölcsér, tromba, tornádó név alatt ismertek. E képződmények forgási tengelye nagyjából függőleges (néha ferde, sőt csavarvonalú is lehet) és ezen az alapon gyűjtőnévvel forgóviharoknak is nevezzük őket, ellentétben a vízszintes forgási tengelyű görgőviharokkal. A forgóviharoknak széles skálájú képviselőit ismerjük a gyenge forgószéltől a pusztító tornádóig. Előfordult már, hogy a tenger felett repülő gépet nekivezettek egy kisebb örvénycsőnek és a szemtanúk kijelentése szerint lökést alig észleltek a gépen, mindössze porlasztott víz borította azt el. Megtörtént viszont, hogy egy tornádó a repülőtéren nyugvó gépeket is egymásra dobálta és teljesen összetörte. Ilyen képződménnyel való találkozás tehát beláthatatlan következményekkel is járhat.

Kisebb, gyengébb felhőtölcsérnek a szélirányra és szélerősségre való hatása tekintetében például szolgálhat a Budapest-ferihegyi repülőtéren ezévi július 14-én átvonult légköri képződmény. Ezen a napon lassan dél felé szivárgó északi levegőben gyenge frontmaradványokkal kapcsolatban és a melegedés miatti ingatag egyensúly folytán sok zivatar fejlődött ki. A zivatarok nagyobb — 20 mm-en felüli — csapadékot csak az ország 6–8 helyén adtak. Budapesten, a Meteorológiai Intézetben 3, a ferihegyi repülőtéren 12 mm-nyi csapadékot mértek. Utóbbi helyen egy repülőtéri szemtanú a zivatar lefolyását az alábbiakban jellemzi (Lépp Ildikó, szinoptikus):

„Ferihegyen erős volt a gomolyképződés, de volt középmagas és magas felhőzet is. 14 órákor már felett cumulonimbusok voltak. 17 óra körül északkeleti irányban egy nagyobb méretű cumulonimbus tornyosodott a magasba és SW irányban — azaz Ferihegy felé — húzódtott. Később a dörgés és villogás is megfigyelhető volt, majd élesen határolt, de kis kiterjedésű esőfüggöny vált láthatóvá. Ekkor már az északkeleti szél is kezdett élnékülni. A lemergi repülőgép szinte az utolsó pillanatban startolt. Nem sokkal utána a szél ESE irányba fordult és a lökések az 54 km/h sebességet is elérték. A látás a meginduló heves zápor miatt gyorsan romlott. A viharos szél erősen verte az esőt. Egyszerre a látás 0 m-re csökkent, erős villámcsapások és dörgések rezgettették meg a levegőt és hirtelen roppant heves szellőkés ingatta meg a tornyot. E szellőkés alatt a barográf írőkarja erősen lezuhant, majd hirtelen emelkedés után újra egyenletesen írt. Csakhamar megszűnt az esőzés, a szél lecsendesedett, a látás megjavult, a vihar amilyen gyorsan feltámadt, olyan gyorsan el is csendesedett.”

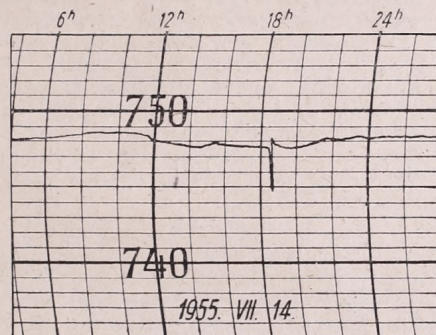
A Fuess-féle egytetemes széliró feljegyzése szerint (1. ábra) az addig közepesen uralkodó északkeleti szél — amely a zivatart is hozta — átfordult kelet-dél-



1. ábra.

keletre, majd 90 fokot elérő ingadozás mellett a szélzászló egyszer egészen körbejárt, azután folytonos kilengések közben ismét elfoglalta közepesen kelet-dél-kelet irányú helyzetét. A szél majdnem teljes lecsendesedésekor átment déli irányra. A szélesség közepes értéke a viharos lökések előtt 3–6 m/sec (11–22 km/h) volt, majd hirtelen megerősödött 14 m/sec-ig (50 km/h) és ott maradt 8 percig 10–17 m/sec (36–61 km/h) között ingadozva. Akkor jött a nagy lökés, mely a szélességet felvitte 34,2 m/sec-ig (123 km/h). A következő 2–3 percben folyton csendesedve a sebesség 3,5 m/sec (13 km/h) gyengült, végül még egy lökés után, mely 7,1 m/sec (26 km/h) sebességig ment fel, a teljes csendeséig szállott le. Apró ingadozással egy teljes óráig így maradt.

Feltehető, hogy a szélesség első megnövekedése a zápor lezúdulása miatt következett be, mely sok levegőt sodor le magával és élénk oldalirányú szellőkést eredményez, amint a lezúduló légtömeg a föld felszínén kénytelen szétterülni. A szélesség második ugrása viszont valószínűleg kisebb tromba átvonulását jelentette, mely éppen a szélműszer és a repülőtér egy keskeny sávja felett haladt el. Ezekhez a pillanatokhoz tarthatók hozzá a látási értéknek 0-ra való esökkenése, amelyet a szemtanú is említ és amely a nagyobb cseppek porlasztása útján tudta ezt a teljes látásromlást előidézni.



2. ábra.

A légnyomás a kis trombával egyidejűleg lefelé 2,8 mm-rel süllyedt, felfelé 3,2 mm-rel emelkedett (2. ábra). Mondhatni ugyanazon a nyomvonalon emelkedett fel, mint amelyen lesüllyedt, tehát az örvénycső átmérője igen csekély lehetett. Valószínű, hogy a zápor lezúdulásánál szokásos légnyomás-emelkedést nem mutatja, csak a légritkult örvénycső áthaladása végén tért ki az előbbi szint fölé. Ezeknek a képződményeknek egyik jellegzetessége, hogy forgó örvénytestükön kívül a levegő csaknem nyugalomban van.

Hasonló kis forgóviharok kialakulását a Wegener-féle — általában elfogadott — elmélet a tornyos gomolyfelhők és a zivatartfelhők feltörekvésével hozza kapcsolatba. Ha a felhőben feláramlás, a felhőn kívül — annak homlokánál — leáramlás van, a két ellentétesen mozgó levegőtömeg könnyen létrehoz egy horizontális tengelyű örvényhengert, melynek felőli széle vertikális tengely körüli örvénycsőben folytatódik és a föld felé terjeszkedik. A magasan levő örvényhengernek két vége van, így két függleges örvénycsövet várhatnánk. Rendszerint azonban csak az örvényhenger jobboldali végén (a felhő mozgásának irányába nézve) fejlődik ki felőli

örvénytest, a baloldalon nagyon ritkán (A. V. Kunyic : Szinopticszeszkája meteo-rologija, Moszkva, Leningrád 1947.). A jobboldali örvénycsöben a forgás iránya ciklonális, az óramutató járásával ellenkező irányú.

Elképzelhető, hogy a kis tromba áthaladása közben a szélesebbég felugrása kb. 55, majd kb. 125 km/h értékre, valamint a szélirány körfordulása milyen bizonytalanságot teremthetett volna, ha egy-két gépet éppen leszállás közben ért volna. A zivatar kitörése és főleg a látás igen erős leromlása olyan hirtelen történt és olyan gyorsan elmúlt, hogy a repülőter lezárására a forgalom elől nem került sor. Ilyenkor, ha érkező gép van, és elég üzemanyaggal rendelkezik, a vigyázó szolgálat azt az utasítást adja neki, hogy zivatar mentes helyen várjon 8–10 percig és azután kísérelje meg a leszállást. Hasonló felhőtölések a levegőben nappal jól megláthatók, tehát könnyen kikerülhetnek. Éjjel nehezebb észrevenni őket, legfeljebb a zivatar figyelmezteti a repülőt kialakulásuk lehetőségére.

Az ilyen felhőtöléseket, trombákat, tornádószerű képződményeket, melyek kétségtelenül veszedelmesekké válhatnak a légi járművekre, kívánatos lenne előre jelezni. Erre a feladatra azonban a meteorológia — legalább is ma még — nem vállalkozhatik. Sőt Sz. P. Hromov szerint (A szinoptikus meteorológia alapjai, Budapest 1952.) „úgy látszik, hogy a tornádó még hosszú ideig, talán egyszersmindenkorra olyan jelenség marad, amelynek keletkezését Európában teljesen lehetetlen prognosztizálni”. Ha egészében nem is osztjuk ezt a borúlátó álláspontot, egyelőre a trombákat a véletlen jelenségek közé kell sorolnunk, melyeknek fellépését az időjelző csak távolról valószínűsítheti. Ez egyelőre több ok arra, hogy zivataros időhelyzet fennállása esetében éjjeli repüléseknél messzemenő óvatosságot tanúsítsunk a repülőút időjárás eligazításánál.

Hille Alfréd

AZ AKADÉMIAI METEOROLÓGIAI FŐBIZOTTSÁGÁNAK ÜLÉSEI Szeptember 2-án tartotta a Magyar Tudományos Akadémia IV. (Mezőgazdasági) osztályán belül működő Meteorológiai Főbizottság az 1955. évi II. félévi üléssorozatának első ülését a külföldön tartózkodó *Dési Frigyes* helyett *Bacsó Nándor* elnöklésével. A Főbizottság a megelőző évek folyamán kialakult elveknek megfelelően a most megkezdődött üléssorozatra is elsősorban a hatáskörébe tartozó meteorológiai, agrometeorológiai és egyéb tudományterületek elvi és módszertani kérdéseinek, valamint újabb tudományos eredményeinek meg-

vitátását tűzte ki a Főbizottságon belül, továbbá szélesebbkörű felolvasó és vitaüléseken. Fontos feladatként jelölte ki a jelenleg szervezetenül folyó agrometeorológiai kutatómunka koordinálását, az érdekelt tudományágak kutatóival való együttműködés szorosabbá fűzését, az agrometeorológiai kutatómunka tárgyi és személyi feltételei biztosításának elősegítését.

A szeptemberi ülésen a Főbizottság állandó tagjai, valamint nagyszámú orvos és matematikus meghívott szakemberek jelenlétében *Kérdő István* „Statisztikai-matematikai módszerek alkalmazása az orvometeorológiai kutatásokban” címen tartott előadást, amely a jelenlevő meteorológusok, orvosok és matematikusok részéről igen élénk, tanulságos és termékeny vitát váltott ki. A Főbizottság több elvi kérdés tisztázása után az orvometeorológiai kutatás eddigi eredményei és az ülésen elhangzott javaslatok alapján kijelölte az orvometeorológiai kutatás legközelebbi feladatait s orvosi, meteorológus és matematikus szakterületről felelősöket jelölt ki a kutatások irányítására, a további kérdések megvitatását a Főbizottságon belül működő Bioklimatológiai és Sugárzási albizottság hatáskörébe utalta.

Az október 8-án tartott ülésen *Berkes Zoltán*, a távprognózis osztály vezetője „Statisztikai-matematikai módszerek alkalmazása a távprognosztikai kutatásokban” címen tartott előadást. Az előadó ismertette a távprognosztikai kutatás módszereinek két nagy csoportját, a régebbi statisztikai módszereken alapuló módszereket és a korszerűbb, fizikai alapokon nyugvó szinoptikai módszereket. Vázolta a használt statisztikai-matematikai eljárásokat (valószínűségszámítás, korrelációs összefüggések kutatása, perióduskutatás).

Az előadást követő élénk vita során a Főbizottság leszögezte a matematikusok és meteorológusok szakemberek szoros együttműködésének szükségességét, s a Matematikai Kutató Intézet jelenlevő kutatója *Juvanc Ireneusz*, javaslatot is tett az együttműködés módjairól. Az ülésen néhány újabb, a távprognosztikai kutatásban alkalmazásra ajánlott módszer is megvitatásra került. Az ülés nagymértékben hozzájárult a társtudományok szakembereivel eddig is fennálló együttműködés szorosabbá tételéhez s ez a megerősödő kapcsolat, valamint a matematikus szakemberekkel felveendő újabb kapcsolatok a távprognosztikai kutatás fejlesztését illetően jó kilátásokkal biztatnak.

Kulin István

FAGYVÁLTAKOZÁSOK DEBRECEN-BEN. Fagyváltakozásnak nevezzük azt a jelenséget, amikor a hőmérséklet 0 fokon halad át akár pozitív, akár negatív irányba. A fagyváltakozás kétféle okból következhet be: sugárzás és advektív folyamatok nyomán. A sugárzási fagyváltakozásnál kisugárzás következtében megy át a hőmérséklet 0 fokon, az advektív fagyváltakozásnál pedig a hideg és meleg légtömegek hűtő, illetve melegítő hatás folytán következik be. (A fagyváltakozás (*Frostwechselzahl*) szó nem fejezi ki tökéletesen azt a folyamatot, amelyet e fogalom alatt értünk, mivel erre még irodalmunkban hiányzik a megfelelő tudományos megjelölésünk. Kérjük az „Időjárás” olvasóit, hogy ha a megadottnál jobb elnevezést tudnak, azt közöljék a szerkesztőséggel. Szerk.)

Mezőgazdasági szempontból a fagyváltakozás következtében a talaj mozgása káros lehet. Az ősszel elvetett növények gyökerei még gyengék és a fagyváltakozással előállott térfogatváltakozás elszakítja a növények gyökereit, amelyet leginkább egyes években a februári és a márciusi fagyváltakozás okoz, és a növényi kellő

ismert oldalát elemzik, melyek más helyekre csak megközelítőleg alkalmazhatók, mert a fagyváltakozás nagymértékben függ a helyi viszonyoktól és a talaj minőségétől. A fagyváltakozások 15 éves átlagát az I. táblázatban közöljük.

A táblázatban havi átlagokat tüntetünk fel. Októberben és áprilisban kevés a fagyváltakozások száma, mert a lehülések gyengébbek és így csak a talaj legfelsőbb része hül a 0 fok alá. A léghőmérséklet átlagát tekintve egyszinten mozgó március és november között 0, 5, 15 cm-en is jelentős különbségek vannak. A márciusi fagyváltakozások *sokszorosan felülműlják a novemberit*, s a különbség 15 cm-ig fokozódik. Ez a körülmény arra mutat, hogy tavasszal a talaj hőtartaléka csekély az őszhöz viszonyítva és ez a fagyváltakozások számában is jelentkezik. 0 és 5 cm-en márciusban legtöbb a fagyváltakozás (23,7, illetve 6,9), de egy másodlagos maximum decemberben is mutatkozik (13,0, illetve 5,1). A 15 cm mélységben kialakuló decemberi és februári maximum közül a decemberi fagyváltakozás száma nagyobb. A 25 és 50 cm-es mélységben a két maximum megszűnik, s egybeolvad a

I. Táblázat

Talajfagyváltakozások száma:

Hónapok	150 cm fagyv. száma	0	5	15	25	50 cm
X.	1,7	2,7	—	—	—	—
XI.	9,8	11,3	2,2	0,3	0,1	—
XII.	13,5	13,0	5,1	3,1	1,5	0,5
I.	10,7	12,7	2,5	2,1	3,2	2,0
II.	19,3	22,4	4,9	3,1	1,7	1,1
III.	17,7	23,7	6,9	2,8	0,9	0,8
IV.	1,7	2,3	2,0	—	—	—
Év:	74,4	88,1	23,6	11,4	7,4	4,4

táplálék hiányában elpusztul. A talajfagyváltakozások növényi szempontból káros hatását ellensúlyozza a fagyváltakozások talajformáló és képző hatása. A talajban és a kőzetek repedésébe bejutott víz a 0 fok körüli hőmérséklet váltakozásának hatására halmazállapotváltozás következtében feszítő erőt gyakorol a kőzetekre: szétrepesztí és elmálasztja őket; ugyanakkor a víz kémiai hatást is fejt ki. Ezek a folyamatok talajképződéshez vezetnek. A termőtalajnál is van jelentősége a fagyváltakozásnak. Az ősszel felszántott termő talaj nagy rögeit tavaszra apró darabokra rombolja szét.

A fagyváltakozások számának alakulását a debreceni egyetemi meteorológiai állomás adatai alapján vizsgáltuk meg 1929—43-ig terjedő időben, 2 m magasan, talajfelszínen, valamint 5, 15, 25, és 50 cm-es mélységekben. A kiszámított összefüggések éghajlatunknak eddig kevésbé

januári csúcsertékben, amikor a hideghullám a legmélyebbre hatol a talajba.

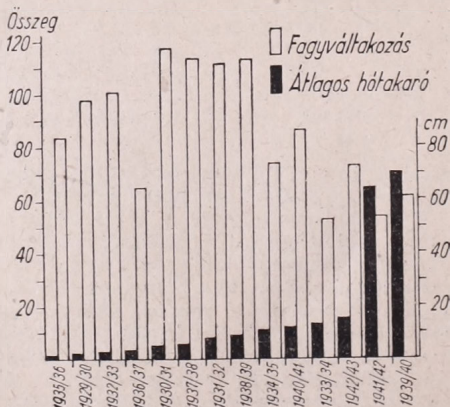
A talajfagyváltakozás a hótakaróval és annak vastagságával függ össze, amelynek átlagos vastagsága januárban és februárban a legnagyobb. Ha a hőmérséklet állandóan fagypontra marad, akkor *fagyváltakozás nincs*. Erre a legtöbb eshetőség januárban van, ezért a léghőmérséklet fagyváltakozása és gyakorisága a téli hónapokban visszaesik. A léghőmérséklet fagyváltakozása a kisebb decemberi csúcserték mellett a legnagyobb februárban (19,3). A II. táblázatban a fagyváltakozás napokat is feltüntetettük. A fagyváltakozás nap mindig kevesebb, mint a fagyváltakozások száma, mert egy nap folyamán fagyváltakozás kétféle is lehet, amelyre a legtöbb lehetőség február és március hónapokban van. Egy hónapban fagyváltakozás napok száma csak annyi lehet, ahány napon előfordul a fagyváltakozás.

II. Táblázat

Hónapok	Talajfagyváltakozós napok száma					Hótakarós napok sz.	Átlagos hótakaró
	0	5	15	25	50 cm		
X.	1,6	0,1	—	—	—	0,1	—
XI.	8,7	2,0	0,3	—	—	—	—
XII.	10,0	4,6	2,3	1,5	0,5	9,7	2,0
I.	8,7	3,1	2,2	2,3	2,0	18,0	5,5
II.	12,7	5,7	4,2	1,7	0,8	11,3	5,9
III.	16,8	5,7	2,4	0,7	2,0	13,2	1,3
IV.	2,0	—	—	—	—	—	—
Év:	60,5	21,2	11,4	6,2	5,3	52,3	14,7

A fagyváltakozások átlagos évi összegét vizsgálva megállapítható, hogy a legtöbb fagyváltakozás a felszínen van, a mélység felé pedig számuk fokozatosan csökken. A léghőfagyváltakozást és a talajfagyváltakozást vizsgálva azt találjuk, hogy december kivételével a talajfagyváltakozás száma a felszínen mindig több, mint a léghőfagyváltakozás száma.

A talajfagyváltakozás számát jelentősen befolyásolja a hótakaró, annak vastagsága és tartóssága. Amely évben sok a hótakarós napok száma, abban az évben kevés a fagyváltakozások száma. 1940-ben, noha ekkor rendkívül hideg volt, januártól márciusig vastag hótakaró borította a talajt és ekkor fagyváltakozás nem volt. Februárban és márciusban állandó hótakaró ritka évben van és ezért nő a fagyváltakozások száma ezekben a hónapokban. Az 1. ábrán az átlagos hótakaró és a



1. ábra.

talajfelszín fagyváltakozási adatok számát tüntettük fel úgy, hogy a fagyváltakozásokat a növekvő hótakaró sorrendjével állítottuk szembe. A hótakaró vastagságával csökken a fagyváltakozások száma. Amikor kevés az átlagos hótakaró, a talajfagyváltakozások száma annál több.

A jelenségek közötti összefüggések kivizsgálása végett az egyes elemek között korrelációkat számítottunk. Az egyszerűség kedvéért rangsor korrelációt alkalmaztunk az alábbi képlet szerint:

$$r_{rang} = 1 - \frac{6 \cdot \Sigma d^2}{n \cdot (n^2 - 1)}$$

d = a rangsorszámok különbségei, n = az esetek száma.

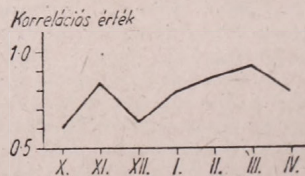
A korrelációkat az alábbi viszonylatban számítottuk ki:

1. A felszínfagyváltakozást párhuzamba állítottuk a léghőmérséklet fagyváltakozásával.

2. A 0, 5, 15 cm-es mélységek fagyváltakozásait párhuzamba állítottuk a hótakarós napokkal.

3. Az átlagos hótakaró vastagságát párhuzamba állítottuk a 0, 5, 15 cm-es mélységek fagyváltakozásával.

1. A léghőmérséklet fagyváltakozását és a 0 cm-es fagyváltakozásának kapcsolatait vizsgálva minden hónap korrelációs értéke 0,5—0,9 között váltakozik, ami azt jelenti, hogy határozott összefüggés van a két jelenség között (2. ábra). Leghatározot-



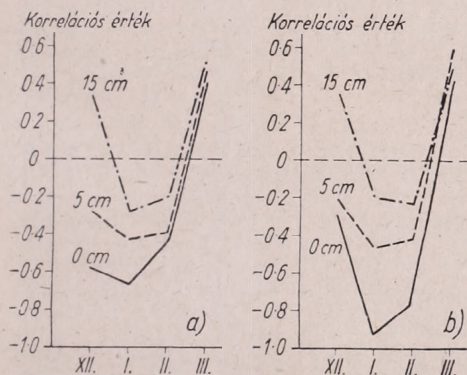
2. ábra.

tabb a kapcsolat november és március hónapokban. A téli hónapokban a kapcsolat lazul, amit a hótakaró jelenléte okoz. Októberben leginkább csak talajmenti fagyok fordulnak elő, ezért az összefüggés a legkisebb.

2. A talaj különböző mélységében észlelt fagyváltakozások és a hótakarós napok összefüggését 0, 5 és 15 cm-re számítottuk

ki (3/a. ábra). Decemberben 15 cm-en, márciusban mind a 3 szintben pozitív értéket kapunk a jelenségek között. Ami párhuzamosságot jelent. Január és február hónapokban a kapcsolat ellentétes, amely a mélységek felé fokozatosan kisebbedik. 15 cm mélységben a decemberi 0,34 pozitív korrelációs érték helyett januárban $-0,27$ negatív előjelű értéket kapunk. A 0 és 5 cm-en az értékek még sokkal kisebbek, mint 15 cm-en, legnagyobb az ellentéteség januárban 0 cm-en. Decemberben a 0 és 5 cm kapcsolata negatív. Ezzel szemben a 15 cm-é pozitív. A téli hónapokban *minél több a hótakaró napok száma, annál kevesebb a fagyváltakozás a talajban.*

3. Teljesen hasonlóak az összefüggések a talajfagyváltakozás és az átlagos hótakaró vastagsága között, amelyet azonos mélységekre számítottunk ki. Az előbbihez hasonlóan decemberben csak 15 cm mé-



3. ábra

lyen, márciusban az összes szintekben a kapcsolati értékek pozitívak, a többi hónapokban a különböző mélységben az értékek negatívak (3/b. ábra). Januárban 0 cm-en majdnem teljes az ellentét, a kapcsolat $-0,93$ értékéig ér el, amely érték még februárban is elég magas. Megállapítható tehát, hogy mennél vastagabb az átlagos hótakaró januárban és februárban, annál kevesebb a talajfagyváltakozás, mert a hótakaró vastagságával *arányos annak az időtartama is.* A hótakaró vastagságával számított korrelációk feltűnően nagyobbak a hótakarós napokéval szemben.

Márciusban azért pozitív a kapcsolat a hótakarós napok számával és vastagságával, mert csak ritka esetben és rövid időre alakul ki hótakaró. A hótakaró nélküli talajon pedig erős az éjjeli kisugárzás és ennek következtében éghajlatunk természetének megfelelően a legtöbb

fagyváltakozás március hónapra esik. Bár márciusban a napok már hosszabbak, emelkedik a hőmérséklet, de a talaj még mindig hideg. A nagyobb besugárzás ellenére viszont erők az éjjeli lehűlések, s így éjjel hamarabb hűl a hőmérséklet a talaj és a felszín közelében 0 fok alá.

Az 1928—29. év kemény télén rendkívül kevés csapadék esett a Tiszántúlon. Kevés volt a hótakarós napok száma, nem alakulhatott ki vastag hótakaró, s ami kialakult, azt a rövid ideig tartó enyhülések elolvasztották, ezért nagy volt a fagyváltakozások száma. Az 1929. évi fagyváltakozások számát az alábbi táblázatban közöljük:

	0	5	15	25 cm
Január	19	6	3	4
Február	12	4	2	—
Március	36	22	11	3
Április	6	—	—	—

A táblázatban havi összeget tüntettünk fel, s ezekből látható, hogy a talaj különböző mélységeiben rendkívül magas értéket ér el a fagyváltakozások száma. A fagyváltakozás csúcserékét márciusban érte el.

A hótakaró nélküli talaj rendkívül magas fagyváltakozásának száma a mezőgazdasági termelés területén káros hatással jelentkezett. A nagyszámú fagyváltakozások hatására előálló talajmozgások az ősszel elvetett mezőgazdasági növényekben tetemes károkat okoztak a mezőgazdaság területén. Az őszi vetéseknek 50—85%-a pusztult el a fagykárok következtében.

Mindez arra figyelmeztet, hogy a fagyváltakozás kérdésével érdemes többet foglalkozni.

Nagy Lajos és Szabó Bálint

NAPSUGÁRZÁSMÉRÉSEK TIHANYBAN. 1955 július és augusztus hónapjaiban a Meteorológiai Intézet kísérleti méréseket végzett a tihanyi Geofizikai Obszervatóriumban olyan sugárzásmérő módszerek kidolgozása céljából, amelyekkel az ultrabolya napfényt kiterjedt hálózatban lehet mérni. Ezeknek a méréseknek város-egészségügyi, iparegészségügyi, valamint települési szempontból van nagy jelentősége. A tihanyi mérések során több olyan mérési módszert hasonlítottak össze, amelyekkel ez a feladat előreláthatólag megoldható. A legalkalmasabb mérési módszer kiválasztása után lehetővé válik Nagybudapest különböző területein, ipartepeinken, hegyvidéki, balatonmenti stb. üdülőhelyeinken, gyógyfürdőinkben az ibolyántúli sugárzás mérése és ezen helyek sugárzási klímájának összehasonlítása.

Béll Béla

VIZRAJZI KONGRESSZUST rendezett 1955. szeptember 14—16-án a Magyar Vízirajzi Szolgálat 70. éves fennállása alkalmából a Magyar Tudományos Akadémia, az Orsz. Vízügyi Főigazgatóság és a Magyar Hidrológiai Társaság. A kongresszus feladata a magyar vízirajzi kutatás eredményeinek ismertetése volt, továbbá annak megállapítása, hogy mit adott a múltban és mit adhat a jövőben a vízirajzi kutatás a népgazdaság különböző ágainak, különösen a gyakorlati vízgazdálkodásnak. E feladat megoldását körvonalalták azok az előadások, amelyek részben a jubileumi megemlékezéssel összekötve vázolták a 7 évtizedes utat és az ennek során elért fejlődést, illetve az ebből jövő perspektivákat (előadásban), részben a hajózás és folyószabályozás vízirajzi vonatkozásairól szólván mutatták be a magyar hidrológiai kutatás színvonalát.

Az árvízvédelem és a vízrendezés vízirajzi kérdéseinek ismertetése során merültek fel azok a vonatkozások, amelyek a meteorológiai kutatás figyelmére is igényt tartanak. Folyóink mértékadó árvízszintjének megállapítására a régebbi tapasztalati módszerekkel szemben, többek között, a matematikai statisztika módszereit is felhasználják, de az előadó (*Károlyi Zoltán*) ezzel kapcsolatban felvetette azt a problémát, amellyel a meteorológusok is számtalanszor szembetalálták már magukat, hogy a matematikai statisztika módszereinek *formális* alkalmazása az ellenőrző vizsgálatok megállapítása szerint a biztonság rovására menő eltéréseket eredményez a számított és a tényleges értékek (árvízszintek) között. A hazai árvízjelző-rendszer tökéletesítése, a mi szinoptikus problémáinkhoz hasonlóan, a többváltozós függvények alkalmazásától várható. E kérdések hivatott fejtegetője (*Lászlóffy Woldemár*) a numerikus megoldások hátterét ismertette — amelyek közül a meteorológiai kutatásban is az a leg súlyosabb, hogy a változók számértékei csakis egyenlő súllyal alkalmazhatók —, megállapította, hogy a többváltozós grafikus korreláció-vizsgálatok lehetővé teszik olyan további változók számításba vételét is, amelyeknek kvalitatív vagy előjel szerinti becslése minden eddigi módszerrel pontosabb eredményeket ad. A hóolvadásból származó belvízmennyiségek meghatározásához hőháztartási, vízháztartási vagy egyesített hő- és vízháztartási vizsgálatok vezethetnek el. E vizsgálatok végzése során egyrészt a meteorológiai megfigyelő hálózattal, másrészt az itt gyűjtött adatokkal szemben olyan igények merülnek fel, amelyek megkívánják a hálózat szervezésének és fenntartásának, valamint a begyűjtendő adatoknak tekintetében a meteorológiai és hidrológiai szolgálat koordiná-

lását. A vizsgálatok hazai viszonyokra alkalmazott módszertanának úttörője (*Salamán Pál*) számos olyan megállapítást tett, amelyek meteorológiai műszereink bizonyos mértékű hiányosságaira és éghajlati adatainknak ilyen irányú vizsgálatok végzéséhez való alkalmatlanságára mutatnak rá. Hasonló következtetésekre jut a hidrológus a kisvízfolyások árvízi hozamának számítása (*Csermák Béla*), és — talán még több ilyen problémával kapcsolva merül föl — a kisvízfolyások egyéb vízirajzi, főleg mérési, feladatai során (*Weimann Béla*).

Az öntözés és folyó-csatornázás vízirajzi kérdései szintén nem kevés meteorológiai vonatkozást mutatnak s ezek az öntözővízkészlet meghatározása (*Kertai Ede*) vagy a folyócsatornázás vízirajzi kérdéseinek tisztázása (*Kovács György*) során bővebb megvilágítást nyertek. A külföldi résztvevők előadásai és a kongresszus eredményeit összefoglaló elnöki zárószó (*Mosonyi Emil*) szintén utaltak a fenti meteorológiai kapcsolatokra és problémákra.

Kéri Menyhért

A „MESTERSÉGES HOLD“ LÉTESÍTÉSÉNEK METEOROLÓGIAI KÉRDÉSEI.

Az utóbbi években egyre komolyabb tervek merülnek fel a folyóiratok hasábjain arra nézve, hogy a Föld körül kis műszerhordozó testet hozzanak keringésbe.

A műszereket hordozó „mesterséges hold” megvalósítása rendkívül kívánatos volna úgy tudományok kutatási, mint gyakorlati (pl. rádióösszeköttetési) szempontból. Az összes geofizikai tudományok, köztük legelsősorban a meteorológia különféle ágai, sok új és értékes adatot várhatnak ettől. Egyes rendkívül érdekes észlelések már azzal is megszerezhetők, ha a mesterséges hold műszerei csak néhány napig vagy néhány hétig volnának működésben. A műszerek energiautánpótlásának nehézségei miatt egyelőre csak ilyen *ideiglenes jellegű* mesterséges holdnak a létrehozásáról van szó. Az 1957—58-ban tartandó nemzetközi Geofizikai Év keretében már kilátás van legalább az első mesterséges holdnak az üzembe helyezésére.

A kutatást vagy közvetlen célokat szolgáló mesterséges holdra vonatkozó első tervek még olyan objektumra gondoltak, amely a földi légkörön kívül, a bolygóközi térben végezte volna a keringését. Ennek a tervnek a nagy nehézségei miatt jelenleg egy új és sokkal reálisabb elgondolás van előtérben, amely a keringtetést a Föld légkörén belül óhajtja megvalósítani. Közéltőleg 400 km körüli magasságban keringene a kis mesterséges égitest, tehát a

felső termoszférában folynának le a tervezett folyamatos műszeres észlelések.

Ez a küszöbön álló megoldás nagyon megnövelte a mesterséges hold tervének *meteorológiai kapcsolatait*. Lényegében a felső légkör kutatásának egy új, minden eddigittől eltérő módja áll a megvalósulás előtt, amely beláthatatlan mértékben ki fogja szélesíteni a felső légkör (már eddig is nagyon bonyolultnak ismert) fizikai jelenségeire vonatkozó tudásunkat. Ezenkívül magánál a terv végrehajtásánál is a meteorológiai kérdések egész sora fog felvetődni, főképp nehézségek alakjában, amelyeket le kell küzdeni. A megvalósításra kerülő mesterséges hold ugyanis nem a bolygóközi üres térben, hanem a termoszférán belül fog keringeni. Itt bizonyos mértékű légellenállási, hőmérsékleti, villamossági és atomfizikai hatásoknak lesz kitéve, amelyek a levegőből indulnak ki. Ezek a tényezők magára a keringő test mechanikájára aránylag csekély hatást fejtenek ugyan ki, de a használt műszerek és adóállomások üzeme szempontjából annál nagyobb a jelentőségük.

Bár a mesterséges hold keringési magassága nem lesz nagyobb, mint a termoszféri rakéták útján elért eddigi csúcsmagasságok, mégis a felső légkör tanulmányozására egészen újfajta lehetőségek rejlenek benne. A rakéták ugyanis csak pillanatokot töltenek a legmagasabb szintekben és a rakétafelzárásokat a nagy költségek miatt csak hosszabb időközökben, a Földnek néhány kiváltságos helyén lehet elvégezni. A mesterséges hold nagy előnye a huzamos, napokon vagy hónapokon át tartó észlelés lehetősége. További nagy előnye az, hogy keringése folyamán gyors egymásutánban végigjárja a Föld különböző részei felett a légkört, tehát nem pontszerű, hanem térbelileg is nagy kiterjedésű felvételi lehetőségeket biztosít. Ez planetáris méretű összehasonlításokat tesz lehetővé, ami éppen napjainkban felbeesülhetetlenül fontos számunkra, hiszen jelenleg az összes meteorológiai vizsgálatok középpontjában a nagy földi légcirkuláció problémáit találjuk meg.

A mesterséges hold megvalósítása igen nagy lépéssel vinné előre a meteorológiai sugárzástant. Mint ismeretes, a légkör sugárzási háztartására vonatkozó ismereteink az utóbbi években gyökeresen átalakultak annak következtében, hogy a rakétafelzárások alkalmával 100 km körüli magasságokban sikerült a napsugárzás színképét megkapni. Ezzel a napsugárzásnak igen nagy kiterjedésű új színképi tartományait tárták fel a távoli ultraibolyában, sőt a röntgenfrekvenciás tartományban is. Megtuttuk, hogy a szoláris együtt-

hatónak az értéke nagyobb, mint az, amit a földfelszíni mérések extrapolálása alapján eddig kiszámítottak. Mindezek az eredmények, ismételjük, aránylag kevés számú rakétafelzárás alapján voltak elérhetőek. Mennyivel többet fog a meteorológiai sugárzástan számára nyújtani, ha négyszer nagyobb magasságban folyamatos észleléseket lehet majd planetáris arányokban elvégezni!

A mesterséges hold megvalósítása nagymértékben érdekli a csillagászati kutatást is. A magyar csillagászok szintén élénk érdeklődéssel kísérik a Geofizikai Évben megvalósításra váró mesterséges hold tervét. Meg kívánom említeni, hogy *Almár Iván* csillagász-aspiráns erről a tárgyról érdekes tájékoztató előadást is tartott a Társadalom- és Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat Eötvös-klubjában (1955. szept. 13.). Az előadás túlnyomó része meteorológiai tárgyú volt; az előadó igen szabatosan ismertette a meteorológiai rakéták történetét, fajtáit, az elért magassági eredményeket. Valamivel bizonytalanabb módon tárgyalta azt a kérdést, hogy a *gyakorlati meteorológiai szolgálat* mit várhat a mesterséges holdtól. Szerinte a következő lehetőségek állnak előtérben: 1. a Nap sugárzásváltozásainak megbízható észlelése, 2. a troposzféri felhőalakulások részletes fényképezése alapján az idő előrejelzésének tökéletesítése. Ezek közül az 1. alatti megjegyzés feltétlenül helyes, mert a napsugárzási változásoknak (a távoli ultraibolyában!) minden bizonnyal távprognosztikai jelentőségük van. Kevésbé világos előttünk a 2. pont, mert nehéz elképzelni, mivel javíthatná meg az időelőjelzés módszereit az, ha a légkör legalsó 10 km-ében végbemenő felhőalakulásokat 400 km magasságból lefényképezzük. Először is olyan jelenségnek a fényképét kapnánk meg, amelyet a szinoptikai szolgálat térképei már évtizedek óta részletesen nyilvántartanak. Másodsor az előrejelző szolgálatnak nem az a feladata, hogy már meglévő felhőknek a létéről számoljon be, hanem az, hogy (a légkör fizikai állapotából következően) olyan felhőknek a képződését jelezze előre, amelyek még nincsenek meg. Ezenkívül megoldatlan még az a kérdés, hogy a mesterséges holdon felvett felhőfilmek hogyan juthatnak a földi észlelő birtokába, még hozzá olyan részletességgel, ami többet nyújtana, mint a meglévő, háromórás időközökben készülő troposzféri szinoptikus térképek. Úgy érezzük, hogy egy ilyen felhőzeti fényképsorozatnak a jelentősége eltörpül a mesterséges holdon végzendő egyéb meteorológiai észleléseknek a fontosságához képest.

Aujesky László

AZ ELSŐ MAGYAR FÖLDRAJZI

KONGRESSZUS. A Magyar Tudományos Akadémia és a Magyar Földrajzi Társaság rendezésében szeptember 19–23-án zajlott le az első magyar földrajzi kongresszus a baráti államok élvonalbeli geográfusainak szépszámú részvételével. Az ünnepélyes megnyitón, 19-én délelőtt, *Fogarasi Béla* Kossuth-díjas, a MTA alelnöke megnyitó beszédében megállapította, hogy a magyar földrajztudomány a felszabadulás óta jelentős előrehaladást ért el. E megállapítás kitűnő bizonyításként volt *Koch Ferencnek*, a Magyar Földrajzi Társaság főtítkárának a megnyitó ülést teljesen kitöltő előadása a magyar földrajzi tudományok felszabadulási utáni helyzetéről, fejlődéséről és feladatairól. Reámutatott arra: a kongresszus jelentősége nemcsak abban áll, hogy ez az első ilyen földrajztudományi esemény, hanem méginkább abban, hogy seregszemléje a marxizmus–leninizmus szellemében újjáalakult magyar földrajztudománynak. Méltatva a szovjet geográfiának a tudományszervezési tapasztalatok és marxista földrajzi szemlélet közvetítésével nyújtott segítségét, értékelte az elmúlt évtized hazai eredményeit, melyek mind a természeti (morfológia, klimatográfia stb.), mind a gazdasági földrajz terén egyáltalában nem lebecsülendők. A természeti és a gazdasági földrajz kérdéseit vázolván kiemelte, hogy a dialektikus és a történelmi materializmus alkalmazása a természeti földrajzi kutatásokban lehetővé tette, hogy e tudományág és a népgazdaság gyakorlati kívánalmainak összekapcsolása új eredményeket szüljön.

A megnyitó ülés után a kongresszus két szekcióban, a természeti és gazdasági földrajzi szekcióban folytatta tanácskozásait. A gazdag, szinte nagyon is zsúfolt programú előadás-sorozatból a *klimatológia szempontjából* ki kell emelnünk *Bulla Béla* professzor nagyszabású, számos paleoklimatológiai problémát fölvető előadását a magyar föld domborzatának a harmadkor óta lefolyt fejlődése ritmusairól, *Láng Sándornak* a magyar föld geomorfológiai kutatásainak módszereiről, a földrajzi és klimatológiai kutatások szükségszerű egymásrautaltságát hangsúlyozó előadását, *Wagner Richárdnak* a mikroklíma-térségek térképezéséről, valamint *Berényi Dénesnek* a búza állományégéshajlatáról tartott, élénk vitával kísért előadását; a földtörténeti korok égéshajlatváltásainak geomorfológiai értékelése állott *Szabó Pál Zoltán* széles paleoklimatológiai megalapozottságú, a karsztról, mint klimatikus morfológiai problémáról tartott előadása tengelyében, mely több, további kutatást érdemlő égéshajlati kérdést vetett föl a karsztkutatás népgazdasági jelentőségének vonatkozásában is.

A számos külföldi előadó közül különösen *Sz. V. Kalesznyik* szovjet akadémikusnak a természeti földrajz elméleti alapjairól és *J. Paszynski* docensnek, a Lengyel Tud. Akad. földrajzi intézete klimatológiai osztálya vezetőjének a helyi égéshajlat kutatása metódusát bemutató előadása váltotta ki a kongresszus meteorológus résztvevőinek feszült érdeklődését.

Az első két nap előadásorozatának tanulságait a kongresszus résztvevői és külföldi vendégei kétnapos kiránduláson vitatták meg a Duna völgyén, a Balaton vidékén, s a Mezőföld löszterületein tett körútjuk során. A kongresszus értékes tudományos eredményeit a 23-án, Budapesten megtartott záróülésen *Bulla Béla* akad. lev. tag foglalta össze, majd zárószavaiban *Ligeti Lajos*, az Akadémia alelnöke méltatta a kongresszus munkáját. Az első magyar földrajzi kongresszus meggyőzött bennünket arról, hogy a felszabadulás óta — hála népi demokráciánk gondoskodásának — a földrajzi tudományok legtöbb ágában eredményes kutató munka folyt, s ez a társtudományokkal való további, szorosabb együttműködéssel a jövőben még gyümölcsözőbbé tehető.

Kakas József

A HIRTELEN FELLÉPŐ SZÉLVIAHAROK KIALAKULÁSA.

A frontszerűen, egy vonal mentén fellépő szélrohamok már meglehetősen régóta ismeretesek, minthogy egyike a legveszélyesebb időjárási jelenségeknek. Rendszeres kutatásuk mégis csak a legutóbbi időben kezdődött meg. Ennek az az oka, hogy a megszokott léptékű szinoptikus térképeken csak nehezen lehet ezeket kializálni, felismerni, mivel a földközeli kísérő jelenségeik csaknem teljesen azonosak a hidegfront kísérőivel. A jelenségek, amelynek neve angolul *squall line*, oroszul *linyija skvala*, németül *Böenlinie*, franciául *ligne de grain*, a magyar irodalomban még nincs egységes elnevezése. A továbbiakban — a félreértések elkerülése végett — *viharfrontnak* fogjuk nevezni. A viharfrontok definícióját nehéz megadni. *I. W. Brunk*: Viharfrontok (Squall Lines, Bull. Am. Met. Soc. 34., 1., 1953.) c. cikkében leírja azt a meghatározást, amelyet a viharfrontok megfigyelésére felállított állomáshálózat észlelőinek adtak meg. Eszerint a viharfront egy keskeny aktivitási zóna, amely rendszeren párhuzamos, vagy közelpárhuzamos a talaj-hidegfronttal, és bizonyos távolságban el előtt halad. E vonal mentén az aktivitást záporosó, zivatar, időleges szélváltozások, lökéses szél, hirtelen nyomásemelkedés és hirtelen hőmérsékletcsökkenés jellemzi. Láthatjuk

tehát, hogy a viharfront kísérő jelenségei megegyeznek a hidegfronttal, de az újabb, aerológiai mérések alapuló kutatások szerint a viharfront kialakulásában, dinamikájában merőben eltér a hidegfronttól. A fenti definícióban is le van rögzítve, hogy a viharfrontok a hidegfront előtt, tehát a meleg szektorban fordulnak elő. Mozgásuk gyorsabb a hidegfrontnál, s így megközelítik a melegfrontot, de okkluziót nem alkotnak.

Tepper elképzelése szerint a viharfrontok kialakulásának mechanizmusa a következő (A Proposed Mechanism of Squall Lines, the Pressure Jumps Line, J. Meteor. 7., 21–29., 1950.): a meleg szektorban feltételezhetően létezik egy inverzió, amely a légoszlop egyensúlyi állapotát feltételezen labilissá teszi. A meleg levegő a hidegfront mint egy dugattyú megnyomja, ha a frontnak pozitív gyorsulása van. A „dugattyú” előtt a levegő összetörődik, amely abban nyilvánul meg, hogy az inverzió fölemelkedik. Ily módon az inverzió a gravitációs hullámhoz hasonló hullám indul el az áramlás irányában a hidegfront felől a meleg felé. Ez a hullám előbb-utóbb megtörik, átbukik. A megtöréskor, amint azt *Abdullah* kimutatta (J. Meteor. 6., 86–97., 1949.), jelentékeny mechanikai energia szabadul fel, és nyomásugrást okoz. Ha a meleg szektor levegője feltevéssünk szerint feltételezen labilis, akkor ez a nyomásugrás kiválthatja a konvektív mozgásokat. Így alakulnak ki a viharfronttal kapcsolatban megfigyelt záporok, zivatarok. Ez a mechanizmus a tapasztalattal jó megegyezést mutat. Bizonyíték még az is, hogy *Abdullah* ennek segítségével meg tudta magyarázni a viharfrontok még egy igen érdekes tulajdonságát (The Meridional Growth of Squall Lines, J. Meteor., 11., 301–308., 1954.). Több ízben megfigyelték ugyanis, hogy a viharfront hossza az idő folyamán meghosszabbodott. Ez a megnövekedés igen jelentékeny. Előfordult, hogy a fellépés alkalmával alig néhány mérföldnyi front 500 mérföldre megnőtt. *Abdullah* erre a jelenségre a következő magyarázatot adta. A melegszektorbeli inverzió nyugvó levegőben, álló Földön a földfelszínnel párhuzamos fekvésű lenne, de természetes körülmények között, tehát ha a Föld forgását és a légmozgást is figyelembe vesszük, ennek a felületnek lejtése van az alacsony nyomású hely, azaz a ciklon centruma felé. Az átbukás, a hullám megtörése pedig ott következik be előbb, ahol az alsó közeg, az inverzió alatti levegőréteg a sekélyebb, vagyis ahol az inverzió közelebb fekszik a földfelszínhez. A hullám tovahaladása esetén az átbukás a vastagabb rétegeknél is bekövetkezik, s így a viharfront hossza

megnő, a viharfront által érintett terület háromszög alakot vesz fel.

Abdullah hidrodinamikai úton prognosztikus formulákat is levezetett, amelyek segítségével ki lehet számítani az átbukás helyét, időpontját és a viharfront hosszát. A formulák alkalmazásához a következő adatokra van szükség: az inverzió alatti és feletti levegőréteg sűrűségére, az inverziós réteg magasságára és hajlásszögére, valamint a hidegfront gyorsulására. Adott esetben tehát ezeket az adatokat meg kell határozni az aerológiai mérésekből, azonkívül ismerni kell az első fellépés helyét és időpontját. Ha mindezek az adatok rendelkezésre állanak, *Abdullah* formulái segítségével a front további viselkedését előre lehet jelezni. *Abdullah* módszerének alkalmazását hazai viszonyaink között még nem lehet megvalósítani, mert nem kielégítő a rádiószondás mérések sűrűsége, és így a szükséges adatok nem állnak megfelelő pontossággal rendelkezésünkre. A fenti ismeretek szem előtt tartásával azonban analíziseinket megjavíthatjuk az észlelt jelenségek helyesebb felismerésével.

Ózorai Zoltán

AMIKOR BENVENUTO CELLINI „EL-ŰZTE” AZ ESŐFELHŐKET. A nagy olasz ötvösmester és szobrászművész (1500–1571) önéletrajzában (magyar nyelven megjelent „Benvenuto Cellini mester élete, amiképpen ő maga megírta Firenzében” címmel, Budapest 1950, 213. old.) leírta, hogy amikor Ottavio firenzei herceg felesége Rómában bevonulását tartotta, Cellini elűzte az esőfelhőket. Szó szerint ezeket olvashatjuk írásában: „Amikor a hercegnő bevonulását tartotta Rómába, én voltam, aki sok ezer scudo kárt megtakarítottam néki azzal, hogy a rettenetes esőt, ami az ünnepélyt fenyegette, s ami őt úgy kétségbe ejtette, elűztem; még pedig úgy, hogy néhány ágyút arra felé irányítottam, ahol a fellegek sűrűn megtömődtek; már bőven csurgott belőlük az eső, amikor én elkezdtem löni őket; negyedik lövésemre kisütött a Nap. Így aztán az ünnepséget minden baj nélkül megtarthatták.”

Hogy pontosan mikor történt ez az eset, az B. Cellini naplójából nem derül ki, mert sajnos, igen ritkán írt dátumot naplójába. Mindenesetre 1535 előtt lehetett, amikor másodszor került az Angyalvár börtönébe. Persze nehéz lenne ma már az igazságot kideríteni, mi is történt tulajdonképpen az „esőt már bőven csurgató” felhőkkel. *Nem valószínű* azonban, hogy ami a viharágyúzóknak, Cellini három és fél évszázaddal későbbi buzgó utánozóinak sem sikerült, azt maga Cellini megoldotta volna.

R.

FÖLDMÁGNESSÉGI ANKÉT. A Magyar Geofizikusok Egyesülete szeptember 23-án Budapesten, 24-én pedig Tihanyban kétnapos földmágnességi ankétot rendezett. Az első nap előadásai során *Barta György* beszámolt a földmágnesses tér általa kimutatott évszázados változásaival kapcsolatos kutatásairól, *Egyed László* pedig a földmágnesses tér eredetére vonatkozó elméletét ismertette: Szerinte a Föld magja degenerált állapotban levő csillaganyag, mely hűlése folyamán kiterjed; ezzel az alapgondolattal sok geofizikai jelenség megmagyarázható. *Haáz István Béla* előadása az észlelt értékek matematikai megközelítéséről módszertani szempontból a meteorológusok részéről is különös figyelmet érdemel, mert az ortogonális függvények alkalmazásának módszere a meteorológiai kutatások vonalán is jól felhasználható. Nagy érdeklődést keltett *Gerhard Fanslau* berlini egyet. tanár előadása is a niemecki obszervatórium kutatásairól, melyek az obszervatórium alatt 100 km mélységben igen jó elektromos vezetőréteget állapítottak meg s annak határvonalát Németország területén, mozgó mágnesses obszervatóriumokkal, meg is határozták.

Az ankét második napján, Tihanyban, *Dombai Tibor*, a Geofizikai Intézet igazgatója, a tihanyi földmágnességi obszervatórium létesítését, felszerelését és programját ismertette. Ennek az elmúlt év őszén megnyílt obszervatóriumnak az elődje az Orsz. Meteorológiai és Földmágnességi Intézet kebelébe tartozó ógyallai, később pedig a budakeszi obszervatórium volt. Majd e korszerűen felszerelt tihanyi obszervatórium vezetője, *Barta György* nyújtott történeti áttekintést a földmágnességi ismeretekről és elméletekről, és számolt be az 1957-ben kezdődő nemzetközi geofizikai év legfontosabb feladatairól. Végül *Renner János* a földmágnesses kutatások hazai művelőiről emlékezett meg. A földmágnesség neves kutatói között számos kiváló meteorológusunkat említette föl (*Schenzl Guido, Konkoly-Thege Miklós, Steiner Lajos, Marcell György, Róna Zsigmond, Réthly Antal*) abból az időből, amikor még a földmágnesség és a meteorológia művelése egy intézet keretében folyt.

A kétnapos ankéton a geofizikusok mellett számos más tudományág képviselői is résztvettek. Alkalmunk volt meggyőződni az értékes kutatási programból a földmágnességi kutatások elméleti és gyakorlati fontosságáról, betekintve abba a szerteágazó kutató munkába, amelyet földmágnesség-kutatóink a múlt hagyományaira építve végeznek.

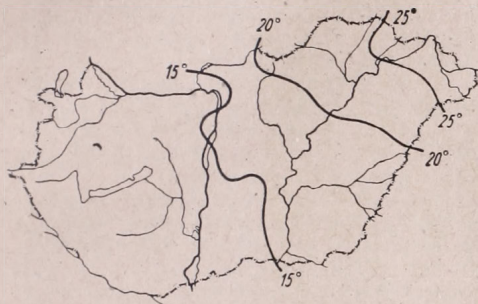
Béll Béla

RENDKIVÜL HEVES SZÉLVIHAR A BALATONON. Az idei szélsőséges időjárású esztendőben több ízben volt a Balatonon heves és szokatlanul tartós szélvihar. A legerősebb augusztus 9-én tombolt. Ezen a napon Siófokon a legnagyobb szélhőkés sebessége 28 m/s, azaz 101 km/h volt. A szél fokozatosan erősödve érte el a viharos mértéket. A siófoki feljegyzések szerint az előző napon, azaz augusztus 8-án éjjel, 2 órakor a megelőző csaknem teljes szélcsengetés után északra fordult a szél, és megélenkült. Ezzel kezdődött az északi, északnyugati szél uralma, amely Siófokon megszakítás nélkül 63 órán át, augusztus 10-én 17 óráig tartott. A teljes szélút 2804 km, azaz az átlagos érték óránként 44,5 km. Már ezekből az adatokból is látható, hogy szokatlanul heves és tartós szélvihar volt. A szélfordulás után közvetlenül az egyes lökések sebessége csak 5 m/s körüli volt, csupán 8 óra tájban érték el 10 m/s-t. A viharos, 15 m/s-nél erősebb lökések 10 óra után léptek fel. A szélerősödés lassan tovább folytatódott, és 9-ére virradó éjszaka éjjélkor a műszer feljegyezte az első 20 m/s lökést, 13 órakor pedig a 25 m/s-t is. Ezután kissé mérséklődött a vihar ereje, bár 20 m/s-os lökések még gyakran szerepeltek. 17 óra után újból erősödés lépett fel, 18 és 19 óra között az átlagos szélerősödés elérte a maximumát, 69 km/h-t, és 19 óra tájban fellépett a legerősebb lökés (28 m/s = 101 km/h). A vihar ezután fokozatosan mérséklődött. 10-ére virradó éjszaka 2 órakor eléggé élesen északnyugatról északra fordult a szél iránya, és ezzel egyidejűleg a lökések elvesztették a viharos jellegüket, bár a 10 m/s-ot még meghaladták. Dél előtt újból felerősödött kissé, a maximális lökés 10 óra 20 perckor 19 m/s volt. 17 órakor pedig hirtelen délkeletre fordult a szél, és lezáródott a hosszú viharos időszak.

A helyzet érdekessége, hogy a széliró műszerek feljegyzései szerint ilyen heves vihar csak Siófokon volt, amely legáltalában részben a Balaton nyílt viztükrének tulajdonítható. Pécssett és Szombathelyen a maximális szélhőkés 20 m/s, de a többi szélirón még 15 m/s lökés sem található. A balatonkenesei széliró — az északra húzódtó magas part védelme miatt — csak 13 m/s-os lökést jegyzett fel.

A keleti országrészekben sehohsem volt vihar, a Budapest—Szeged vonaltól keletre pedig 10 m/s-nél gyengébbek voltak a lökések. Még jellegzetesebbek a szélirány eltérések. Az északnyugati irány csupán a Dunántúlon és a Duna—Tisza közén fordult elő, de még Kecskeméten is csak 17 óráig, mert utána délire változott a szélirány. Még mielőtt az események szinoptikus okait kutatónk, vizsgáljuk meg

a csapadék- és hőmérséklet-eloszlást. Csapadék országzerte hullott, egy-két hely kivételével 10 mm-nél több. A Bakonyban, a Mecsek északi nyúlványainál, valamint a Hernád és a Bodrog közötti vidékeken 60 mm-t is meghaladta a mennyisége. Igen tekintélyes hőmérsékletkülönbség járt együtt a helyzettel. A szélső északkeleti

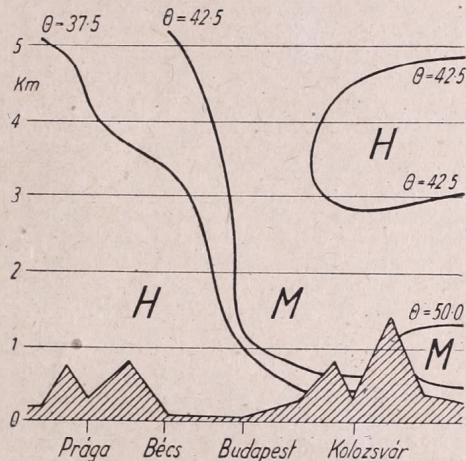


1. ábra. A maximum hőmérséklet izotermái 1955. augusztus 9-én

megyékben 24–26 fok a csúcérték, ezzel szemben délnyugaton csak 12–14 fokot mértek. Az egyidejűleg észlelt havas esőről már beszámoltunk (Aujeszky László: Augusztusi havaseső Magyarországon, Időjárás, 59., 250., 1955.). Láthatjuk, hogy az augusztus 9-i időjárási események kiemelkedtek a szokásos keretek közül.

Augusztus első napjainak időjárását követve az azori anticiklon irányította, amennyiben annak északi és északkeleti oldalán gyors vonulását ciklonok érkeztek Közép-Európába. A magassági térképeken is jól megmutatkozik a nagyjából északnyugati vezetőáramlás. Az egymásután haladó ciklonok a sarkvidékről származó hideg légcseppeket szállítottak maguk mögött. Augusztus 8-i talajtérkép egy ciklonpárt mutat Közép-Európa felett. Az egyik Dánia, a másik Észak-Olaszország felett helyezkedett el. Míg az előbbi magas képződmény volt, azaz még a 300 mb-os szinten is zárt izohipszákkal rendelkezett, a délinek ezzel szemben a 700 mb-os szinten sem lehetett megtalálni a nyomát. Az 500/1000 mb-os relatív topográfia Nyugat-Németország felett elzáródott hideg levegőt mutat. Kelet-Európa északi részén, Finnországtól az Urálig egy erősödő anticiklon foglalt helyet. Ez az anticiklon másnapra Skandináviára helyeződött át, és csak egy keskeny teknő választotta el az azori anticiklon nyúlványától. Így a közép-európai ciklonokat észak és nyugat felől magasnyomású léghalmazok zárták körül. Ez a helyzet hozta magával azt, hogy a hőmérsékletkülönbség Közép-Európában tovább erő-

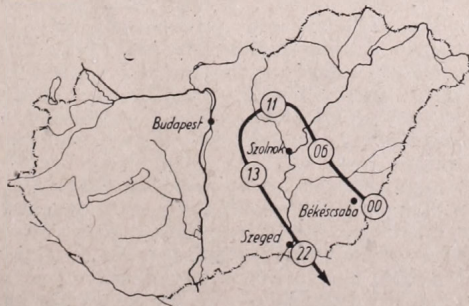
södött. A kritikus 16 dkb/1000 km helyett a gradiens értéke 25 dkb/1000 km. A dániai ciklon kissé gyengült ugyan, de az Erdélyi-medence felett egy másik ciklon mélyült ki. Az augusztus 9-i 500/1000 mb-os relatív topográfia szerint a Németország felett elhelyezkedő hideg légcsepp tovább hűlt, és az évszakhoz képest igen alacsony hőmérsékletű. A nyugat-északnyugat-kelet-délkeleti füg-



2. ábra. WNW—ESE irányú függőleges metszet Prága és Kolosvár között 1955. augusztus 9. 03 GMT.

gőleges metszet jól mutatja a Budapest felett elhelyezkedő igen éles frontot. A makroszintoptikus helyzet tehát nagy hőmérsékleti különbségeket tár elénk, a nyomáselosztást illetően pedig egy kifejlődött ciklont a Kárpát-medence felett.

Nem kevésbé érdekes a mikroszintoptikus helyzet sem. Minthogy óránkénti szintoptikus táviratok csak Magyarországról álltak rendelkezésre, szélesebb vizsgálatot nem lehetett végezni. Az óránkénti hazai



3. ábra. A ciklonmag pályája Magyarországon 1955. augusztus 9-én. A körökbe írt számok az időpontot adják GMT-ben

szinoptikus térképek szerint 9-én 00 GMT időben Békéscsabánál délkelet felől a ciklon belépett az országba, és kb. 15—20 km/h-s sebességgel északnyugati irányban haladt. A Mátra vidék elérése után a pályája balra elkanyarodott, és Gyömrő—Kecskemét—Szeged útvonalon haladva 22 GMT-kor elhagyta az országot. A ciklon centrumában a légnyomás általában 1003—1004 mb között ingadozott. A legalacsonyabb értéket, 1002,7 mb-t, Szolnokról jelentették 9 GMT-kor.

Aránylag ritkán fordul elő, hogy ciklon hazánkon vonul keresztül. Éppen ezért érdekes az augusztus 9-i helyzet, amikor a ciklon mag ilyen különleges pályát futott be, és viszonylag hosszú ideig tartózkodott felettünk. A ciklon helyzete és pályája jó magyarázatot szolgáltat az észlelt szélirányváltozásokra és hőmérsékleti különbségekre, de nem magyarázza meg a szélere-különbségeket és a csapadék-eloszlást, minthogy ezeket az orografikus eltérések is lényegesen módosítják.

Ozora Zoltán

A VEZETŐ ÁRAMLÁS SZINTJÉNEK MAGASSÁGA. A ciklonok áthelyeződésének meghatározása a meteorológia eddig még le nem zárt problémája. Irodalombőséges, anélkül azonban, hogy a kérdésben végleges eredményt tudna nyújtani. Ismeretes, hogy 1922-ben *Bjerknes* és *Solberg* a ciklonok áthelyeződésének irányára vonatkozóan megállapították, hogy az egybeesik a ciklon meleg szektorának izobárjaival. Ez nem ellenkezik a ciklonok áthelyeződéséről addig már kialakult felfogással — amely szerint a ciklon a meleg levegő áramlásának irányában helyeződik át —, mert a meleg áramlása a sűrűlási szint felett megegyzik az izobárok irányával. *Palmén* számos tapasztalati adattal bizonyította ezt a tételt. *Sz. J. Troickij* és *V. M. Mihel* a vezető áramlás elvét vezetve be általánosabbá tették *Bjerknes* és *Solberg* tételét. Kimondták, hogy a ciklonok a vezető áramlás irányában, vagyis a troposzféra középső rétegeiben uralkodó légáramlás irányában vonulnak, vezető áramláson érve a magasban olyan jellegű áramlást, amelyben a légmozgás irányának határozott jellege van, ami azt jelenti, hogy a troposzféra közepe táján eléggé szélesek és kevésbé görbültek az a izobárok. *Troickij* a vezető áramlás szintjének a 700 mb-os magasságot vette, és ezt állandónak tekintette. *I. A. Kibel* 1940-ben elméleti úton ugyancsak eljutott a vezető áramláshoz. *H. P. Pogoszján* és *N. L. Taborovszkij* pedig megállapították, hogy a ciklonok nem haladnak mindig a vezető áramlás irányában, hanem a kimélyülő balra, a feltöltődők jobbra

térnek el. *A. F. Djubjuk* ennek okát a nyomás-dinamikus megváltozásában lelta meg, amelynek hatására az izohipszákat maguk is megváltoztatják.

A fentiek alapján a ciklonok áthelyeződését a 700 mb-os szint alapján meg tudjuk határozni, ha a ciklon felett a 700 mb-os magasságban nyílt izohipszákat találunk, vagyis határozott vezető áramlást. Azonban nehézségek lépnek fel akkor, ha a ciklon a magasabb szintekben is zárt izobárokkal rendelkezik.

V. I. Busuk a Meteorologija i Hidrologija 1953. 1. számában „A ciklonirányok előrejelzése a termobárikus mezőtől függően” című tanulmányában foglalkozik újból ezekkel a kérdésekkel.

96 eset vizsgálata alapján megállapítja, hogy a ciklonok az eddig ismeretes szabályokat nem mindig követik, mégpedig a kimélyülő ciklonok különösen nem. Második megállapítása, amit dolgozatában leszűr, az, hogy *Troickij* elméletével ellentétben a vezető áramlás magassága nem állandó, és ez a magasság a ciklon különböző fejlődési stádiumaiban, a ciklon magassága szerint változik. A vezető áramlás szintje elérheti az 5—7, sőt néha a 9-km-es magasságot is. Vizsgálatának ezen utóbbi eredményét más megfogalmazásban is adja, mikor azt írja, hogy a vezető áramlás szintje fokozatosan annál magasabb szintekre helyeződik át, minél magasabban találjuk meg a talajközeli ciklon középponti része felett azt a szintet, amelyben a szél keringése nagyon lelassul, vagy teljesen megszűnik. A vezető áramlás irányát *Troickij* szerint a 700, vagy az 500 mb-os felületen a szélvektor és a termikus szél eredője adja meg. *Busuk* ezt az 1948—1951. évi megfigyelések feldolgozásával igazoltnak veszi. A szerző szerint a megfigyelések ezen felül még azt is igazolják, hogy ha a talajközeli ciklon középponti része felett a 700 mb-os AT (abszolút) és az 500/1000 mb-os RT (relatív topográfia) T izohipszái egyeznek, akkor a ciklon a 700 mb-os AT izohipszái mentén helyeződik át. Ha ez nem teljesül, de fennáll ez az 500 mb-os AT-ra, akkor az áthelyeződés az 500 mb-os szint izohipszái mentén megy végbe. Ha azonban ez sem teljesül, akkor a ciklon áthelyeződése az adott felület geosztrofikus eredő szélvektor és az 500/1000 mb-os RT alapján számított termikus szélvektora alapján állapítható meg. Hozzáteszi ugyan, hogy jobb lenne a 300/1000, vagy a 300/700 mb-os RT-t használni a számításoknál. Ezek hiányában az 500/1000 mb-os RT-t is lehet használni, mivel a vízszintes hőmérsékleti gradiens iránya keveset változik a troposzféra rétegvastagságának növekedésével. 100 esetet vizsgált meg, és ezek közül 96-ban az áthelyeződés

zeknek a megállapításoknak megfelelően ment végbe. A négy eset eltérésének okát a szerző abban látja, hogy valószínűleg azokban a helyzetekben a hőmérsékleti radiens a magassággal erősen változott emiatt az 500/1000 mb-os RT nem ükrözi híven a hőmérséklet eloszlását.

A 700 mb-os szint izohipszáitól való lejtésre vonatkozóan táblázatot közöl, mely szerint a ciklonok a 96 esetből 77-ben jobbra, 10 esetben balra tértek el. 19-ben pedig megegyezést talált. Azt a következtetést vonja le, hogy függetlenül attól, hogy a ciklon kitöltődő, kimélyülő, vagy stacioner jelleggel bír, a kedvezőenyezett eltérés, a jobb irány. Az áthelyeződés irányára vonatkozóan megjegyzi, hogy az csak akkor lesz az eredő vektor irányja, ha a vektorokat pontosan állapítjuk meg, ami a gyakorlatban nagyon nehéz. Ily módon történő előrejelzésnél a sebességet csak 50%-os pontossággal lehet megadni. Az áthelyeződés sebességével a dolgozat érdemben nem foglalkozik.

A. V. Kunic a Meteorologija i Hidrologija 1953. évi 10. számában reflektált erre a tanulmányra.

Elismeri a munka érdemének azt, hogy az első kísérlet az advektív-dinamikus analízis elméletének statisztikai ellenőrzésére.

Ellenvetéseit a következőkben foglaltuk össze:

1. Hiányolja a ciklonok irányánál tapasztalható eltéréseknél, hogy a dolgozat írója nem adja meg az eltérés szögeit csoportonként.

2. Helyesnek véli azt a megfontolást, hogy az áthelyeződés szintje, azaz a vezető áramlás ott van, ahol a ciklon középponti részei felett a szél lelassul, vagy teljesen megszűnik. Ezzel szemben a lelassul, vagy teljesen megszűnik meghatározást bizonytalannak találja.

3. Helytelennek tartja az irány elválasztását az áthelyeződés sebességétől, mivel véleménye szerint nagy hibával történő sebességmeghatározás esetén az irány pontos meghatározása gyakorlati értékkel nem bír.

4. Az áthelyeződés irányának Busuk szerinti meghatározását teljesen elveti. Busuk azt mondja, hogyha a 700 mb-os szint nem adja meg a kívánt eredményt, akkor az 500 mb-os szintet kell venni az áthelyeződés szintjének, amit Kunic nagy ugrásnak talál, mert rögtön 5 km-re helyezi a vezető áramlás szintjét. Ez ugyanis ellentmond a szerző azon megállapításának, hogy a vezető áramlás szintje fokozatosan helyeződik át magasabb szintekbe. Itt felmerül annak gondolja is, hogy a termikus szél vektorát milyen, a használt AT-nak megfelelő együttható-

val kell vennünk. Ilyen esetben a szél megszűnése jelzi a vezető áramlás szintjét, ami csak a magasság szerinti bárikus gradiens és a hőmérsékleti gradiens irányának egymáshoz közelítése útján érhető el. Az egybeesés nyilván a magasság végtelen növelésével létrejön. Ekkor valószínű, hogy a végső irány a vízszintes hőmérsékleti gradiens iránya lesz és a vezető áramlásnak a termikus szél irányával kell egybeesnie, amelyet az 500/1000 mb-os RT, vagy az adott helyzetnek megfelelő más szint alapján állapítottak meg. Busuk elgondolása a hőmérsékleti gradiens állandóságát tételezi fel. Ez a kikötés azonban Kunic véleménye szerint kiküszöbölhető, mivel a vezető áramlás szintjének azt a szintet kell vennünk, ahol a szél keréngése megszűnik. Ez a szint pilot légkömbök útján és a termobárikus mezők megszerkesztésével érhető el. Kunic szerint a vezető áramlás szintje ott van, ahol a metszésszög a legkisebb.

A fentiek alapján megállapítható, hogy bár Busuk dolgozata és Kunicnak az azt bíráló cikke nem dönti el véglegesen a fölvetett kérdéseket, mégis új szemléletet adja meg a vezető áramlásnak, s ezek szerint annak szintjét nem kell azonosítanunk a 700 mb-os szinttel.

Kallós Imréné

AZ ELEMZŐ SZINOPTIKÁTÓL A SZÁMOLÓ SZINOPTIKÁIG. A német meteorológiai társaság 1953 őszén Berlinben tartott ülésszakának előadásai során — több részletvizsgálatról szóló beszámoló mellett — a szinoptika elvi kérdései is szőnyegre kerültek H. Flohn-nak egy figyelemreméltó előadásában.* Az előadás nyomán a következő gondolatok vetődnek fel.

Flohn tömören, de igen találóan vázolja a szinoptika fejlődését évszázadunk elejétől a mai napig, amikor az időjárásnak kiszámítás útján való előrejelzése mint egy nem is nagyon távoli lehetőség jelenik meg előttünk.

Fél évszázaddal ezelőtt jelent meg V. Bjerknes hatalmas kutatási programja a Meteorologische Zeitschrift 1904. évi kötetének az élén. A szerző néhány találó vonással vázolja a meteorológiai ismeretek és törekvések akkori állapotát. Csak néhány évvel előbb történt meg a sztratoszféra felfedezése és még senki sem tudta megmagyarázni, miért áll a légkör két egymásfeletti tartományból. Abban az időben hozta be a szinoptikába Ekholm a nyomás-

* H. Flohn: Grundsätzliche Probleme der Wettervorhersage. Meteorologische Abhandlungen, Inst. f. Meteorologie u. Geophysik der Freien Universität Berlin, Bd. II. H. 3., 189—197.

tendenciák vizsgálatát, *Margules* pedig megkísérelte, hogy a ciklonok energiáját a vízszintes légnyomás-eloszlásból vezesse le. A meteorológia elméleti kérdései a fejlődés legkezdetén álltak, a nagy folyóiratok hasábjait még majdnem kizárólag klimatológiai dolgozatok töltötték ki. Ilyen történeti helyzetben jelenik meg a színen az idősebb *Bjerknes*, egy elméleti fizikus, aki azt a feladatot tűzte maga elé, hogy matematikai úton fogja a légkör jövő állapotát a jelenlegi állapotból levezetni.

Bjerknes kutatási tervének végrehajtása közben melléktermék gyanánt jelentek meg a szinoptikának olyan nagyjelentőségű felfedezései, amelyek még nem a matematikai kiszámolás útján haladtak, hanem az időjárással kapcsolatos alapvető fogalmak és tények tisztázását jelentették. Felfedezték a frontokat, felfedezték a levegőfajtákat, kialakult a bergeni időjáráslemez és ezeknek nyomán az időjárás előrejelzése óriási mértékben fejlődött. *Flohn* ezt a fejlődést úgy jellemzi, hogy a szinoptika belépett a *többdimenziós szemlélet* korszakába. Ugyanis a megelőző század elején a légkör jelenségeit egydimenziósan szemlélték, olyan folyamatként, amelynek az idő volt az egyetlen változója. Az évszázad második felében, az izobárgeometria uralma idején, két-dimenziós szemlélet állt fenn: két térbeli dimenzióban, vízszintes síkban vizsgálták az időjárás alakulását, főképpen a légnyomás eloszlását. *Bjerknes* nyomában belépett a szinoptikába a háromdimenziós szemlélet, majd *Bergeron* munkái során, a múlt idő figyelembevételével, kialakult a négydimenziós szinoptikai gondolkodás.

Az elért nagy eredmények azonban nem feküdtek teljesen a *Bjerknes* által kitűzött feladat irányában, mert ezek a sokkal tökéletesebb előrejelzési módszerek még nem matematikai számító eljárásokat nyújtottak, hanem esetenként külön-külön elvégzendő fizikai mérlegeléseket tettek lehetővé, amelyek kvalitatív eredményeket szolgáltatottak. *Bjerknes* eredeti végcéljának, a kiszámító módszernek megvalósítására csak *Richardson* ismert nagy munkája jelentett egy nagyobb lépést, azonban ennek a munkának gyakorlati hasznosítására akkor még gondolni sem lehetett, mert az akkori számolási technika mellett megvalósíthatatlanul nagy terjedelmű számolásokat tett szükségessé.

Időközben a szinoptika tovább fejlődött és új eszmék hatása alá került. A legutóbbi évtized legfontosabb fejlődési eseményét *Flohn* abban látja, hogy *Rossby* 1948-ban megindította az áramlási mező önálló vizsgálatát. *Rossby* előtt a nyugati meteorológusok általában a nyomásképből vezették le a szélviszonyokat, jöllehet tudták, hogy a kétféle jelenség közt kölcsönös kapcsolat áll fenn, hiszen az áramlási mező alakulása maga is befolyásolja a nyomásképet. *Rossby* szándékosan az ellenkező oldal felől kezdte vizsgálni az összefüggéseket, az áramlási képből kiindulva igyekszik előrejelezni a nyomásképet megváltozását, a ciklonok és anticiklonok fejlődését és elsorvadását.

Flohn gondolatmenetét megszakítva, meg kell jegyeznom, hogy ez a felfogás a szovjet meteorológia fejlődésében már előbb jelentkezett *Kibel*, *Pogoszjan* és *Taborovszkij* alapvető munkáiban és a hozzánk csatlakozó igen népes szovjet meteorológiai iskola működésében. Viszont találó a cikknek az a megállapítása, hogy a szinoptika fejlődésében egy egészen új időszak alakult ki, amely főképpen vektorfogalmakkal dolgozik (úgy mint a gradiensek, a vergenciáknak és a rotációknak a fogalmával) és ezek felhasználásával mennyiségi következtetések elvégzésére törekszik.

Ez az új szemléleti mód nyitotta meg az utat ahhoz, hogy az időjárás kiszámítása ma már a megoldhatónak látszó feladatok közé kerülhessen. *I. G. Charney* és más kutatók figyelmet követelő számítási eljárásokat dolgoztak ki. A számolás hosszadalmas volta nem olyan leküzdhetetlen akadály többé, mint *Bjerknes* és *Richardson* idejében volt, minthogy az elektronikus számológépek órák alatt tudnak elvégezni olyan számolási feladatokat, amelyek azelőtt hónapokat követeltek meg.

Nyomatékosan kiemelendő, hogy ezek a kísérletek még messze vannak attól, hogy a napi szolgálatban bevezethetők legyenek. Még évtizedek múlhatnak el, amíg a mai *elemző szinoptikát* felválthatja a *számoló szinoptika*. A fejlődés azonban ebbe az irányba mutat és *Flohn* is bizalommal tekint ennek az úgynevezett egzaktt időjelzésnek a kialakulása elé.

Aujeszky László

Kiadásért és szerkesztésért felelős: dr. Dési Frigyes

A METEOROLÓGIAI INTÉZET ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HIVATALOS LAPJA

Megjelent 1000 példányban 2-554540 Athenaeum (F. v. Soproni Béla)