

IDŐJÁRÁS

Varga János

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

AMBRÓZY P. (Budapest), BAUR, F. (Bad Homburg), BERGERON, T. (Uppsala), BESSEMOULIN, M. J. (Paris), BODOLAI I. (Budapest), BOSSOLASCO, M. (Genova), BÖHME, W. (Potsdam), BUDYKO, M. I. (Leningrad), ČADEŽ, M. (Beograd), CZELNAI R. (Budapest), DAVITAJA, F. F. (Tbiliszi), DONEAUD, A. (București), GÖTZ G. (Budapest), HRMOV, SZ. P. (Moszkva), JAHO, S. (Tirana), KONČEK, M. (Bratislava), KOZÁK B. (Budapest), KRASZTANOV, L. (Szófia), LOGVINOV, K. (Kijev), MÄDE, A. (Halle/Saale), VAN MIEGHEM, J. (Bruxelles), NGUYEN-XIEN (Hanoi), OKOLOWICZ, W. (Warszawa), PASZYNSKI, J. (Warszawa), PÉCZELY GY. (Szeged), RÁKÓCZI F. (Budapest), STEINHAUSER, F. (Wien), STELCZER K. (Budapest), SZEPESI D. (Budapest), TAKEUCHI, K. (Tokyo), TUVDENDORZS D. (Ulan-Bator), VITEK, V. (Praha), WHITE, R. M. (Rockville).

ELNÖK:

DÉSI F. (BUDAPEST)

SZERKESZTŐ:

LŐRINCZ A. (BUDAPEST)

79. ÉVFOLYAM

2

1975. MÁRCIUS—ÁPRILIS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT BUDAPEST

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT

IDŐJÁRÁS

79. ÉVFOLYAM

2

1975. MÁRCIUS—ÁPRILIS

BUDAPEST

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

E SZÁM SZERZŐI

PROBÁLD FERENC kandidátus, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Földrajzi Intézetének adjunktusa, *Budapest*; IVÁNYI ZSUZSA a Központi Légkörfizikai Intézet tud. s. munkatársa, *Budapest*; GRÓSZ TAMÁS és KALMÁRNÉ NYIKITA JELENA BORISZOVA a Központi Légkörfizikai Intézet tud. s. munkatársa, *Budapest*; ANTAL EMÁNUEL kandidátus, a Központi Légkörfizikai Intézet tud. főosztályvezetője, *Budapest*; KOZMÁNÉ TÓTH ERZSÉBET dr., tud. osztályvezető és POSZA ISTVÁN tud. főmunkatárs, Központi Légkörfizikai Intézet, *Budapest*; NAGYNÉ DÁVID ARANKA a Központi Légkörfizikai Intézet tud. főmunkatársa, *Budapest*; FÜRI JÓZSEF a Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet tud. munkatársa, *Kecskemét*; KOZMA FERENC dr., a Központi Légkörfizikai Intézet tud. főmunkatársa, *Budapest*; SURYA RAO, A. V., VAMADEVAN, V. K. dr., ASTHANA, D. C. és NAYAK, B. B. a cuttacki Központi Rizstermesztési Kutatóintézet munkatársai, *Orissa, Cuttack (India)*.

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

TARTALOM

- Probáld Ferenc*: A városklimatológia időszerű feladatai 69
- Iványi Zsuzsa*: A domborzat hatása a stabilitási paraméter változására a Kárpát-medence területén 77
- Grósz Tamás—Kalmár Jelena*: Túlhűlt víz-aeroszlok kristályosodási sebességének vizsgálata 87
- Antal Emánuel—Posza István—Tóth Erzsébet*: Az időjárás és éghajlat hatása a műtrágya hasznosulására 95
- N. Dávid Aranka*: A hullámzás hatása a Fertő-tó és a Balaton albedójára 105
- Füri József—Kozma Ferenc*: A szőlő evapotranspirációja 112
- Surya, A. V.—Vamadevan, V. K.—Asthana, D. C.—Nayak, B. B.*: A rizs evapotranspirációjának számítása empirikus módszerekkel 121

rodalom

- Káddár L. (szerk.)*: Acta Geographica Debrecina (*Kéri Menyhért*) 122
- Péczely Gy. (szerk.)*: Acta Universitatis Szegediensis (*Kéri Menyhért*) 125

Krónika

- A CIMO Légszennyeződési Munkacsoportjának első ülése (*Mészáros E.*) — Egerszegi Sándor emlékezete (*Kéri M.*) — Zoometeorológiai disszertáció vitája (*Kéri M.*) — Ionoszféra-magnetoszféra szeminárium Debrecenben (*Saikó J.*) — A Magyar Meteorológiai Társaság választmánya (*Szakály J.*) 126

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

CONTENTS — INHALT — SOMMAIRE — СОДЕРЖАНИЕ

<i>Probáld, F.</i> : Recent Tasks of Urban Climatology	69
<i>Iványi, Zs.</i> : The Effect of Topography on the Variation of the Stability Parameter on the Territory of the Carpathian Basin	77
<i>Grósz, T.—Kalmár, E.</i> : Experimental Investigations on the Rate of Crystallization of undercooled Water-aerosols (Russian)	87
<i>Antal, E.—Posza, I.—Tóth, E.</i> : The Effect of Weather and Climate on the Effective- ness of Artificial Fertilizers	95
<i>N. Dávid, A.</i> : The Effect of Waviness on the Albedoes of the Lakes Balaton and Fertő	105
<i>Füri, J.—Kozma, F.</i> : Evapotranspiration of Grapes	112
<i>Surya Rao, A. V.—Vamadevan, V. K.—Asthana, D. C.—Nayak, B. B.</i> : Evaluation of Eva- potranspiration of Rice by Empirical Methods (English)	121
 Literature	
<i>Kádár, L. (red.)</i> : Acta Geographica Debrecina (<i>M. Kéri</i>)	124
<i>Péczely, G. (red.)</i> : Acta Universitatis Szegediensis (<i>M. Kéri</i>)	125
 Chronicle	

IDŐJÁRÁS

79. ÉVFOLYAM 2. SZÁM. 1975. MÁRCIUS—ÁPRILIS

A városklimatológia időszerű feladatai

PROBÁLD FERENC, *Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest*

Recent Tasks of Urban Climatology. Urban climatology forms a very important part of meteorological services concerning environmental protection. The most important field of basic research is the elaboration on the model of the urban energy-balance. For this end the following is needed: 1. investigations on the specific urban water-balance, 2. surveying and mapping of the proportion of the active and inactive evaporating surfaces, 3. clearing up the distribution and effect-mechanism of anthropogenous energies. In the author's opinion several tasks of urban climatology could be solved on the basis of a dense station network functioning on the territory of Budapest for a definite period, and on the data of periodical field measurements. The computerized data-processing work would mean a great contribution to these researches by examining the combinations of different climatological phenomena responsible for comfort-feeling and by producing their multi-dimensional frequency distributions.

✱

Актуальные задачи климатологии городов. Исследования по климатологии городов представляют собой важную часть метеорологической деятельности по защите окружающей среды. В основные задачи исследований подобного характера входит усовершенствование модели энергетического баланса городов. Для этой цели необходимо изучать своеобразный водный баланс городов, провести оценку и картирование доли активных и неактивных с точки зрения испарения поверхностей, а также выяснить распределение и механизм действия энергии антропогенного происхождения. По мнению автора для решения задач по климатологии территории Будапешта основой могут служить данные, получаемые по густой сети станций, работающих в течение определенного времени и данные периодически проводимых полевых наблюдений. Работа по машинной обработке данных может удовлетворить требованиям, предъявляемым проектированием окружающей среды, при изучении комбинаций климатических элементов, определяющих чувство комфорта, с выяснением двух- и многомерного распределения их повторяемости.

✱

1. A városklimatológia kialakulása és jelenlegi helyzete hazánkban

Hazánk fővárosában immár közel két évszázada — 1779 óta — folynak rendszeres, műszeres meteorológiai észlelések. Az éghajlattani ismeretek fokozatos gyarapodása, differenciálódása és az urbanizáció előrehaladása nyomán azonban csak századunk második negyedében fordul a figyelem a *sajátos antropogén mezoklimák* kutatása felé; színre lép a voltaképpen *városklimatológia*. Ekkor látnak napvilágot az első tanulmányok, amelyek városi és városperemi állomások adatainak összehasonlító vizsgálatával (*Berényi*, 1930), vagy hosszúsú észlelési sorozatok elemzésével (*Réthly*, 1938) mutatják ki a sűrűn beépített, szennyezett levegőjű települések helyi éghajlat-módosító hatását. A 30-as években Budapest két pontján megkezdődik a globálsugárzás regisztrálása, sor

kerül az első szisztematikus légszennyeződésmérésekre. Ebből az időből származnak az első olyan munkák, amelyek a várostervezésben és a városrendezésben való *alkalmazás szempontjai* szerint elemzik fővárcsunk levegőkörnyezeti adottságait (Aujeszky, 1932, 1946, 1947). A városklimatológia kezdeti korszakának lezárásaként értékelhetők a Budapest éghajlatáról megjelent nagyobb monografikus művek (Réthly, 1947; Bacsó, 1958). Ezek – jóllehet számos utalást tartalmaznak a helyi klimatikus különbségekre is – lényegében még mindig egyetlen, általánosan jellemzőnek tekintett észlelőhely adatainak sokoldalú feldolgozásával rajzolnak képet fővárcsunk éghajlatáról, tehát a kérdést voltaképpen a makroklima hagyományos nézőpontjából és vizsgálati módszereivel közelítik meg.

Az 50-es évek végétől a városklimatológia gyors fejlődésnek indul. Az előtérben természetesen Budapest éghajlatának tanulmányozása áll, hiszen hazánkban ez jelenti a legfontosabb, s egyben legbonyolultabb városklimatológiai feladatot. A főváros területén a meteorológiai szolgálat a 60-as években már 10–12 éghajlatkutató állomást tart fenn, s 1964–70 között végre folyamatos észlelésekre kerül sor a belvárosban is. Ugrásszerű fejlődést mutatnak a sugárzásmérések. A városban és környékén a sugárzásklíma egyes elemeinek (rövidhullámú össz sugárzás, ultraibolya sugárzás, megvilágítás) párhuzamos, összehasonlító mérése is napirendre kerül. Az OKI, majd a KÖJÁL kezelésében létrejön a levegőszennyeződést figyelemmel kísérő állomáshálózat. Az Országos Meteorológiai Szolgálaton belül fokozatosan kialakul a várcsklimatológiai kutatás önálló bázisa; a Biometeorológiai csoport, majd a KLFÍ Településklimatológiai osztálya mérőutakkal, terepmérésekkel, adatfeldolgozó tevékenységgel járul hozzá a területileg is differenciáltabb városéghajlati kép megalkotásához. Az újabb kutatási periódust lezáró összefoglalás (Probáld, 1974) eredményekről adhat számot a sajátos városklíma energia- és anyagforgalmi alapjainak tisztázásában, a városban belül, valamint a város és vidéke között mutatkozó helyi éghajlati különbségek feltárásában, s a városfejlesztés szemszögéből történő értékelésében. Ugyanakkor megmutatja jelenlegi tudásunk hézagait, s felvázolja a további kutatások várható irányát is: a városi éghajlat még finomabb különbségeinek humán bioklimatológiai elemzése és a várostervezésben való alkalmazás szempontjainak érvényesítése révén kell új tartalommal megtölteni a városklimatológiát. A legidősebb feladatokat kitűnően fogalmazza meg a *környezetvédelmi meteorológiai tevékenység programterve* (Czelnai, Dési és Szepesi, 1973; függelék c/3. pont). Jelen tanulmány célja a legfontosabb kutatási feladatok részletesebb kifejtése és a megoldásukhoz vezető út körvonalazása.

2. A városi energiaháztartási modell továbbfejlesztése

A városklíma jelenségeinek megértéséhez a városi légtér energia- és anyagforgalmának földérintésén át vezet az út; éppen ezért a mind tökéletesebb energiaháztartási modellek kidolgozása világszerte a tudománycs érdeklődés homlokterében áll (Chandler, 1970; Oke, 1973; Tyson et al., 1973). A mezoklimatikus léptékű modellek közelebb visznek olyan *antropogén hatások* (pl. szennyezett légkör üvegház-effektusa, mesterséges energiafelszabadító folyamatok következményei) megértéséhez, melyek ma még jobbra csak a városok szűk területén befolyásolják az éghajlatot, a jövőben azonban *globális éghajlat-alkalító tényezővé* válhatnak.

Budapest zárt beépítésű magjának energiaháztartását az elmúlt évtized-

ben végzett vizsgálatok eredményeképp viszonylag jól ismerjük (*Probáld*, 1971). A következtetések másfajta beépítésű területre is könnyen alkalmazhatók; előbb azonban szükség van a meglevő modell tökéletesítésére az alábbi vonatkozásokban:

a) Ismeretes, hogy nyáron a városi hősziget-jelenség alapja a javarészt beépített felszín *csékély párologtatása*. Az elpárolgás csökkenésének mértékére jelenleg csak pontatlan becsléseink vannak. A kérdés végleges tisztázásához városi vízgyűjtő *vízháztartásának* beható vizsgálatára, valamint a párologtatás szempontjából aktív és inaktív felszínek arányának felmérésére és térképezésére lenne szükség.

A vízháztartás ismert alapegyenlete városi vízgyűjtőre alkalmazva a következőképpen módosul:

$$C + V + A - P - F = \pm \Delta K,$$

ahol C a vizsgált vízgyűjtőre jutó csapadék, V a vízvezeték-hálózaton át érkező, A pedig az antropogén eredetű (tüzelés és biológiai folyamatok révén felszabaduló) vízmennyiség, P az elpárolgó, F pedig a főként csatornahálózaton át lefolyó vízmennyiség; a vízkészlet változása (ΔK) hosszabb időszak során zérusnak tekinthető. Nyilvánvaló, hogy sem a víz-, sem a hőforgalomról alkotott képünk nem lehet teljes a háztartásokban és az üzemekben felhasznált vízmennyiség sorsának ismerete nélkül.

b) A városi hősziget télen elsősorban a mesterséges energiefelszabadító folyamatoknak köszönheti létét. További vizsgálatot igényel, hogy az *antropogén eredetű energia* milyen úton-módon, milyen áttételeken át kerül a légterbe, s válik éghajlatilag hatékonyá. Ugyancsak lényeges kérdés a felszabaduló hő *területi eloszlása*. (A fűtési eredetű hő eloszlása jól közelíthető a *nép-sűrűség* térképezésével.)

c) A legújabb kutatási eredmények egyértelműen arra mutatnak, hogy a városi levegő szennyeződése legfőbb csekély mértékben növeli a *hosszúhullámú visszاسugárzást*. A sugárzási mérleg ezen összetevőjének módosulását – ha egyáltalán kimutatható – inkább a városi hősziget következményeként, semmint okaként foghatjuk fel (*Probáld*, 1971; *Oke és Fuggle*, 1972; *Lyons*, 1974). A kérdés lezárásához érdemes lenne a hosszúhullámú visszاسugárzást városi és városperemi állomáson párhuzamosan regisztráltatni legalább egy éven át.

d) Mérések útján tovább kellene gyarapítani ismereteinket a város fölötti légtér sajátos hőmérsékleti és légáramlási viszonyairól is, amelyekre vonatkozóan a városperemi észlelések nem adnak mindenben kielégítő információt.

3. Városi mikroklíma-együttesek vizsgálata

Míg az energiaháztartási modell továbbfejlesztése elsősorban *alapkutatási* feladat, a finomabb helyi éghajlati különbségek tanulmányozása a várostervezésben való *alkalmazás* céljait szolgálja. E kutatási irány akkor tölti be feladatát, ha irányelveket és segédleteket ad az éghajlati adottságok szempontjából *ésszerű területhasznosításhoz*, valamint a lakóterületek *optimális levegőkörnyezetének* megtervezéséhez.

A város a mikroklímákat életre hívó határfelületek rendkívüli sokaságával, következként a mikroklímák gazdag változatosságával tűnik ki (*Bacsó*, 1970). Valamennyi egyedi mikroklíma külön-külön történő vizsgálata épp ezért megoldhatatlan, s amellet fölösleges lenne. A városlakóra ugyanis nem az egyes – embermagasságban is érvényesülő – mikroklímák, hanem ezek *együt-*

tesei hatnak. Kitétetett szerepe van a zárt légterek (lakás, munkahely) mikroklímájának, ami azonban nem tartozik a városklimatológia vizsgálódási körébe. A szabadban megjelenő mikroklíma-együttesek a városokban a területhasznosítás, ill. a beépítés egy-egy meghatározott típusához kapcsolódnak. Homogén beépítésű kisebb települések egyetlen mikroklíma-komplexumot alkotnak, míg a Budapesthez hasonló nagyvárosok sokféle beépítési típust, s így sok különböző mikroklíma-együttest foglalnak magukba.

A városokon belül a beépítés két fő paramétere alapján tipizálhatók és határolhatók el azok a homogén területek, melyekhez egy-egy sajátos mikroklíma-együttes tartozik. Ezek a paraméterek a következők: a zöldterületek (aktív párologtató felszínek) részaránya (a) és az egységnyi területre jutó épület-térfogat (b); az utóbbi lakóterületek esetében jól helyettesíthető a népsűrűséggel. Elsősorban a beépítés említett jellemzői szabják meg, hogy egy-egy városi típus-terület klímája milyen mértékben tér el a természetes háttér makroklímájától. (Chandler, 1970) angliai városokban végzett vizsgálatai szerint az észlelőhely 500 m sugarú körzetének beépítettsége és a hősziget intenzitása közötti összefüggést általában 0,9-nél nagyobb korrelációs együttható jellemzi.) A sajátos helyi éghajlat vizsgálatára telepített reprezentatív klíma-állomások adatai tehát módot adnak arra, hogy a beépítési mutatók és az éghajlati elemek módosulása közötti sztochasztikus összefüggést feltárjuk.

Legyen valamely meteorológiai elem (pl. a hőmérséklet) az egyes mikroklíma-terekben 2 m magasságban t_i , a típus-terület mikroklíma-együttesét reprezentáló klímaállomáson pedig t . Ez esetben

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \approx \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{k},$$

ahol az n számú mikroklíma-tér adatai $k < n$ számú megfelelően kiválasztott helyen folytatott időszakos mérés adataival közelíthetők. Ha a vizsgált meteorológiai elem értéke a természetes háttérállomáson t_h , akkor feladatunk a

$$t - t_h = \Delta t = f(a, b)$$

regressziós függvény meghatározása. (A független változók – a, b – a beépítés jellemző paraméterei.) E modell alkalmas arra, hogy segítségével előre jelezzük: a beépítés bármely változtatása (*input*) az adott helyi levegőkörnyezeti rendszer milyen módosulását (*output*) vonja maga után.

Különleges figyelmet érdemel a szélsébség módosulásának vizsgálata a beépítés függvényében. A települések átszellőzése önmagában is jelentős tényezője a levegőkörnyezeti komfortnak; a légmozgások hiánya nyáron a hőérzet kellemetlen fokozódását vonja maga után. De a megfelelő átszellőzés azért is fontos, mivel a levegőt szennyező anyagok egyre nagyobb hányada származik a közlekedésből, s e szennyeződés felhígulása elsősorban az utcák, terek légáramlási viszonyaitól függ. Az embermagasságban uralkodó átszellőzési viszonyok az egyes mikroklíma-térségekben (különböző irányú utakon, tereken) egyidejűleg mért szélsébségek (v_i) felhasználásával a következőképpen jellemezhetők:

$$\frac{v}{v_0} = d = f(v_0, a, b), \text{ ahol } v = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \approx \frac{\sum_{i=1}^k v_i}{k}$$

és d az átszellőzés relatív mértékszám. Mivel a városon kívül elhelyezett háttér-állomások szélirói sem embermagasságban működnek, a vizsgált beépítési

típusterület szélviszonyait célszerűbb a városközpontban a háztetőszint fölött uralkodó szélviszonyokkal (v_0) vetni össze.

A különböző mikroklíma-együttesek értékelése elvezet a *humán biometeorológiai szempontból* legkedvezőbb beépítési módok, változatok megállapításához. Arányait és elrendezését tekintve az a településszerkezet ítéltető optimálisnak, amely a makroklíma adott keretei között a legnagyobb mértékben (az év folyamán a leghosszabb időn át) biztosítja a levegőkörnyezeti komfort föltételeit, s egyszersmind a terhelő tényezőkkel szemben a legnagyobb fokú védelmet nyújtja. Az értékeléskor a komfort-érzést alakító meteorológiai elemeket (hőmérséklet, légnedvesség, szél, sugárzás) együttesen kell figyelembe venni. A különböző nap- és évszakok a szabadban való tartózkodás szempontjából nem egyformán értékesek, s így a komfortviszonyok elemzésekor is eltérő súlyllyal esnek latba. A komfort-zónánál hidegebb környezet ellen megfelelő öltözet védelmet nyújt, a hőség, a fülledtség ellen viszont nem. Mindez arra vall, hogy a levegőkörnyezet értékelésekor a nyári félév — amikor a belső terek mikroklímája is erősebben függ a szabadban uralkodó viszonyoktól — különleges figyelmet érdemel.

A levegőkörnyezet minősége és a beépítési mód kapcsolatának tanulmányozásához a főváros pesti oldala típusterületeinek változatosságával teremt kitűnő föltételeket. Alföldi nagyvárosaink — Szeged, Debrecen —, ahol a „zavaró” tényezők (a domborzat, a légszennyeződés helyi különbségei, a távolabbi környék beépítésének hatásai) könnyen kiszűrhetők, szintén kedveznek az ilyenfajta vizsgálatoknak. Városaink jelentős része azonban a hegységek lábánál a régi ún. vásárvonalon fejlődött ki (pl. Pécs, Eger, Gyöngyös), s nem ritka a völgyi fekvés sem (pl. Salgótarján, Miskolc, Ózd). Emiatt a kutatás későbbi szakaszában föltétlenül szükség lesz olyan bonyolultabb modell kidolgozására, amely a beépítésen kívül a domborzat levegőkörnyezeti hatásait is magában foglalja.

Végül megjegyezzük, hogy a lakóterületek komfortviszonyainak jellemzéséhez a „hagyományos” klímaelemeket önmagukban korántsem tartjuk elegendőnek. Az érintett lakosság is felismeri (vö. *Kromm, Probáld és Wall, 1973*), hogy az emberi környezet fontos jellemzője a *levegő minősége* (szennyezettsége), amely — bár városrendezési eszközökkel szintén befolyásolható — nem föltétlenül kapcsolódik a beépítési módhoz. *A levegőkörnyezet egységes szemléletére van tehát szükség.* Mivel hazánkban a meteorológiai és légszennyezésmérő hálózatok szervezetileg elkülönülnek, az integrált kutatások előfeltétele egy minden érdekelt intézmény számára hozzáférhető adatbank létrehozása.

4. Éghajlati elemek komplex értékeinek tanulmányozása

A hagyományos klimatológia analitikus szemlélettel külön-külön vizsgálta az egyes meteorológiai elemeket, ami a gyakorlati alkalmazás lehetőségeit erősen korlátozta. Egész sor tervezési feladat megoldásához ugyanis az elemek *együttes* előfordulásának gyakoriságát kell ismerni. Ha például megfogalmazzuk azt az igényt (vö. *Olgyay, 1967*), hogy a lakótelepek épületeinek megfelelő elrendezésével lehetőleg szabad utat kell biztosítani a fülledt időszakokban felüdülést hozó légáramlatoknak, akkor az irányelv alkalmazásához a fülledt óráközök szélirányainak gyakorisági eloszlását kell előállítanunk, a fülledt óráközöket pedig a hőmérséklet és a relatív nedvesség komplex értékei alapján különíthetjük el. Mivel az emberre is együttesen hatnak a különböző meteorológiai elemek, a komfortviszonyok sajátos jellemzői (pl. lehülési érték, effektív hő-

mérséklet) szintén az alapvető fizikai paraméterek komplexumait képviselik (*Landsberg, 1972*).

Az éghajlati elemek komplex értékeinek tanulmányozásában a kezdeti lépések megtételét a gyakorlati igények sürgették (*Bacsó 1959, 1960*). Részletesebb és területileg differenciált képet adó feldolgozások előfeltételeit azonban csak legújában teremtette meg a számítógépek alkalmazása. A következő időszak feladatai közé tartozik mindenek előtt a *hőmérséklet, a légnedvesség, a szélirány és a szélsébség* kombinációinak éghajlati feldolgozása, két dimenziós gyakorisági eloszlásaik előállítás, tartamgyakoriságaik elemzése városi klíma-állomásaink regisztrátum-anyaga alapján. További feladat a levegőszennyeződések és a meteorológiai elemek kapcsolatának vizsgálata. Fontos, hogy a feldolgozások következtetései, eredményei a tervezői gyakorlatban könnyen alkalmazható formát öltsenek.

5. Mérési programok a városklimatológiai kutatás szolgálatában

A városklimatológia időszerű feladatainak megoldásához feltétlenül szükség van átgondoltan tervezett, a célnak megfelelő információt adó mérésekre. A városi mikroklima-együttesek és a beépítés, valamint a domborzat kapcsolatának tanulmányozása, továbbá a sugárzás-éghajlat behatóbb megismerése elsősorban a *főváros állomáshálózatának fejlesztését* sürgeti.

Budapesten a csapadékmérő állomások száma meghaladja az 50-et, ami az általános igények szempontjából kielégítőnek látszik. Szélíró műszer 9 helyen működik. A levegőminőségi előírások mind következetesebbé váló érvényesítése, az esetenként jelentkező szennyező források földerítése a jövőben bizonyára növelni fogja az igényt a szélírók adatai iránt, s a hálózat kisebb mérvű további fejlesztését is indokolja. Éghajlati észlelések jelenleg csupán a főváros három pontján folynak (Pestlőrinc, Kitaibel Pál utca, Szabadság-hegy); a klíma-állomások száma tehát kisebb, mint a századforduló óta bármikor volt. A városklimatológiai kutatási program végrehajtása érdekében viszont 20–25 mérőhely felállítására és 3–5 éven át történő *párhuzamos működtetésére* lenne szükség. (Az állomáshálózat több ütemben történő fejlesztésére a KLFI Levegőkörnyezeti Főosztálya konkrét tervezetet is kidolgozott.) Az állomások elhelyezését (*1. ábra*) a következő szempontok szabják meg:

a) Az állomások nagy része egy-egy jellegzetes beépítési típusterület viszonyait hivatott reprezentálni, és az ott folytatandó időszakos terepmérések vonatkoztatási alappontjául szolgálna. Különösen fontosak lennének ebből a szempontból a belvárosban és a nagy új lakótelepeken (Óbuda, Kelenföld, Rákospalota, Csepel, Kőbánya), vagy ezek szomszédságában létrehozandó észlelőhelyek.

b) A legtöbb új állomás olyan városrészekben létesülne, ahol a múltban már folytak észlelések (pl. Óbuda, Kőbánya, Rákospalota, Népstadion út, Nagytétény). A régi és az új sorozat összehasonlító elemzése így értékes következtetésekre adna módot a megváltozott beépítés éghajlati hatásait illetően. Ugyanez okból látszik érdemesnek klíma-állomást telepíteni pl. Csillaghegyre, ahol a közeli jövőben jelentős lakóterületi fejlesztést irányoz elő Budapest általános városrendezési terve.

c) A sajátos dunai mezoklíma jellemzéséhez a Margitszigeten, a Budai-hegység terepklimáinak vizsgálatához a János-hegyen, a Hűvösvölgyben, a Gellérthegyen, valamint a tipikusnak tekinthető keleti és déli expozíciójú, 250–300 m tszf. magasságú lejtővöbben kellene állomásokat elhelyezni. A kü-

a) Adatokat szolgáltatnak az átszellőzés jellemzésére, ami a hálózati észlelések programjában nem szerepel.

b) Igazolják a hálózati állomások elhelyezésének reprezentatív voltát.

c) Alapot adnak a meteorológiai elemek térbeli változatosságának megállapítására, ezzel kiegészítik a városi mikroklíma-együttesek jellemzését.

d) Lehetővé teszik egyes különös érdeklődésre számot tartó mikroklímateretek (pl. parkolóhelyek, pihenőparkok) levegőkörnyezeti értékelését.

e) Támponatot adnak az adott beépítési módon belül lehetséges változatok (pl. eltérő jellegű, korú, gondozottságú zöldterületek, különböző elrendezésű épületek) levegőkörnyezeti hatásának megítéléséhez.

f) Alkalmassak a nagymérvű emberi beavatkozások (pl. Budai-hegység beépítése, városrekonstrukciós programok, erdősávok telepítése a pesti oldalon) pozitív és negatív következményeinek – legalább részbeni – gyors kimutatására.

Rövid áttekintésünket abban a meggyőződésben zárjuk, hogy a város-klimatológia érintett időszak feladatainak megoldására a közeli jövőben sor kerül, s tudományágunk így eleget tehet azoknak a követelményeknek, amelyek „Az emberi makro- és mikrokörnyezet legkedvezőbb kialakítása” c. országos szintű kutatási célprogram megvalósításából reá hárulnak.

IRODALOM

- Aujeszky L. (1932):* A nagyvárosi levegőszennyeződés meteorológiája. Városi Szemle 18, 382 – 399.
- Aujeszky L. (1946):* A városrendezési meteorológia alapelvei. Városi Szemle 32, 462 – 477.
- Aujeszky L. (1947):* A városi közlekedés, ipar és egészségügy meteorológiája. Városi Szemle 33, 202 – 228.
- Bacsó N. (1958):* Budapest és környékének éghajlata. Budapest természeti képe, 353 – 418. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Bacsó N. (1959):* Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Bacsó N. (1960):* Éghajlati adatok a hazai hűtő, fűtő és szellőztető berendezések tervezéséhez. Az ipari meteorológia kérdései 44 – 75. MMT, Bp.
- Bacsó N. (1970):* Die physikalische Betrachtungsweise des Mikroklimas und deren praktische Verwendung. Időjárás 74, 352 – 360.
- Berényi D. (1930):* A városi háztömbök hatása az éjjeli lehűlésekre. Időjárás 34, 44 – 49.
- Chandler, T. J. (1970):* Urban Climatology – Inventory and Prospect. Urban Climates, WMO Technical Note No. 108, 1 – 14.
- Czelnai R. – Dési F. – Rákóczi F. (1963):* On the Determination of the Rational Density of the Temperature-measuring Network. Időjárás 67, 129 – 137.
- Czelnai R. – Dési F. – Szepesi D. (1973):* A környezetvédelmi meteorológiai tevékenység modellje, programterve és gazdasági hatékonysága. Időjárás 77, 213 – 223.
- Kromm, D. E. – Probáld F. – Wall, G. (1973):* An International Comparison of Response to Air Pollution. J. of Environmental Management 1, 363 – 375.
- Landsberg, H. E. (1972):* The Assessment of Human Bioclimate. A Limited Review of Physical Parameters. WMO Technical Note No. 123.
- Lyons, T. J. (1974):* Adelaide's Urban Climate. Flinders University of South Australia, Research Report No. 12.
- Oke, T. R. (1973):* Review of Urban Climatology. 1968 – 73. WMO Technical Note № 134
- Oke, T. R. – Fuggle, R. F. (1972):* Comparison of Urban/Rural Counter and Net Radiation at Night. Boundary-Layer Meteorology 2, 290 – 308.
- Olgay, V. (1967):* Design with Climate. – Princeton.
- Probáld F. (1971):* Budapest városklímájának energiaháztartási alapjai. Földrajzi Értesítő 20, 13 – 29.
- Probáld F. (1974):* Budapest városklímája. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Réthy A. (1938):* A felhőzet fokozatos nagyobbodása Budapesten. Időjárás 42, 101 – 116.
- Réthy A. (1947):* Budapest éghajlata. Rheuma- és Fürdőkutató Int. Bp.

A domborzat hatása a stabilitási paraméter változására a Kárpát-medence területén

IVÁNYI ZSUZSA, Központi Légekfizikai Intézet, Budapest.

The Effects of Topography on the Variation of the Stability Parameter on the Territory of the Carpathian Basin. One of the factors determining the dilution of pollutants is the stability parameter given by the average temperature gradients of air layers of different thickness (*Table I*). In the present paper the modifying effects of topography on the stability conditions is investigated. Vertical temperature gradients were measured by eight radio-sounding stations (*Table II*) and these data have been processed concerning seven types for of the stability parameter, as defined by *Szepesi* five layers (300, 600, 900, 1200, 1500 m) the observations had been made for a ten year period twice a day (00 and 12 GMT). The different empirical distributions and their indices have been determined and compared to the given topographical features of the stations. The results of the investigations can be summed up as follows: The value of the stability parameter characteristic of the environment of a given station, is influenced by the extension of the given topographical elements, by their distance from the station, by the level difference and the order of the contours. The stability-modifying effects of the topography were found in the investigated case in an air layer of the minimum thickness of 900–1500 m. The distance up to which the measured value of stability can be considered as representative may be considerably reduced by the varying surface roughness. The trend and measure of the variation of the stability parameter can be satisfactorily estimated by physical interpolation taking into consideration both the meteorological and the topographical factors.

✱

Влияние рельефа на изменение параметра устойчивости на территории Карпатского бассейна. Одним из факторов, определяющих степень разжижения примесей, является параметр устойчивости, выражаемый градиентом средней температуры слоев воздуха различной мощности (*таблица I*). В настоящей работе рассматривается возможность выявления влияния рельефа на условия устойчивости. Для этой цели были обработаны данные о вертикальном градиенте температуры, полученные на восьми радиозондовых станциях (*таблица II*). Вычисления проводились для семи типов параметра устойчивости, определенных *Сепеши* [1], для 5 различных мощностей слоев (300, 600, 900, 1200, 1500 м) по ряду данных за 10 лет, полученных ежедневно два раза (в 00 и 12 ч. по Гринвичскому времени). При этом были определены эмпирические распределения, их показатели, которые затем сопоставлялись с условиями рельефа станций. В результате проведенных исследований можно делать следующие выводы. На величину параметра устойчивости, характерную для окружности определенной станции влияют пространственное протяжение элементов рельефа, их расстояние до пункта наблюдения, величина разности уровней и упорядоченность изогипс. Влияние рельефа на условия устойчивости проявлялось в рассмотренных случаях при мощности воздушных слоев не менее 900—1500 м. Изменяющиеся неоднородности рельефа могут сильно сократить расстояние, до которого измеряемая величина устойчивости может считаться показательной. Тенденция и степень изменения параметра устойчивости могут быть оценены в результате физической интерполяции, проводимой с учетом совокупности метеорологических и ортографических факторов.

✱

A légszennyező anyagok koncentráció-eloszlásának kiszámításához többek között a légkör hígítóképességének ismerete is szükséges. A légkörbe jutott szennyezőanyagok a turbulens diffúzió folyamatának következtében hígulnak fel. A diffúziófeltételeket célszerű könnyen, rendszeresen mérhető adatokból meghatározni, hogy azok a légkör hígító-képességét az adott föltételek mellett a lehető legpontosabban jellemezzék. Erre a célra legalkalmasabbak azok a

meteorológiai elemek, amelyek a légköri stabilitás mértékével szoros kapcsolatban vannak.

A függélyes hőmérsékleti gradiens jól jellemzi a légkör stabilitását. A hőmérsékleti rétegződéstől függ az, hogy a légrétegben a függélyes légmozgások számára kedvező vagy kedvezőtlen föltételek alakulnak-e ki. A különböző vastagságú légrétegek hőmérsékleti gradienseit Szepesi [1] vizsgálta. Az előforduló átlagos hőmérsékleti gradiens értékek intervallumát 100 m vastagságú légrétegekre vonatkoztatva 0,5 C°-onként felosztotta és ezáltal a következő hét stabilitási kategóriát definiálta (I. táblázat):

I. TÁBLÁZAT

A függőleges hőmérsékleti gradiens kategóriái [1]

Elnevezés	Stabilitási kategória	Átlagos hőmérsékleti gradiens az alsó 300 m-es légrétegben [C°/100 m]
Stabilis		
erős inverzió	1	> 1,50
inverzió	2	1,01 – 1,50
gyenge inverzió	3	0,51 – 1,00
Gyengén stabilis		
pozitív izoterm	4	0,01 – 0,50
negatív izoterm	5	-0,50 – -0,00
normális	6	-1,00 – -0,51
Labilis	7	< -1,00

A hőmérséklet változását a magassággal a rádiószondával mért adatokból határozzák meg. A rádiószondázó állomások sűrűsége azonban nem kielégítő, ezért szükséges a stabilitási paraméter térbeli interpolációja, amelyhez a domborzat stabilitás-módosító hatását feltétlenül figyelembe kell venni.

A különböző domborzati területek különbözőképpen módosítják a nagyméretű, átlagos áramlásokat, és eltérő időjárási helyzeteket alakíthatnak ki. A domborzatnak jelentős a hatása az energia-mérlegre, így a középhőmérsékletre, a nyomásviszonyokra, a felhőzet mennyiségére és minőségére, a csapadék eloszlására, valamint lokális áramlási mezőt hoz létre. Jelen tanulmányban a domborzat és a stabilitási paraméter eloszlása közötti kapcsolat meghatározása érdekében a következő kérdésekre keressük a választ:

II. TÁBLÁZAT

A feldolgozásba bevont rádiószondázó állomások jelzőszáma (a), és tengerszint feletti magasságuk (b)

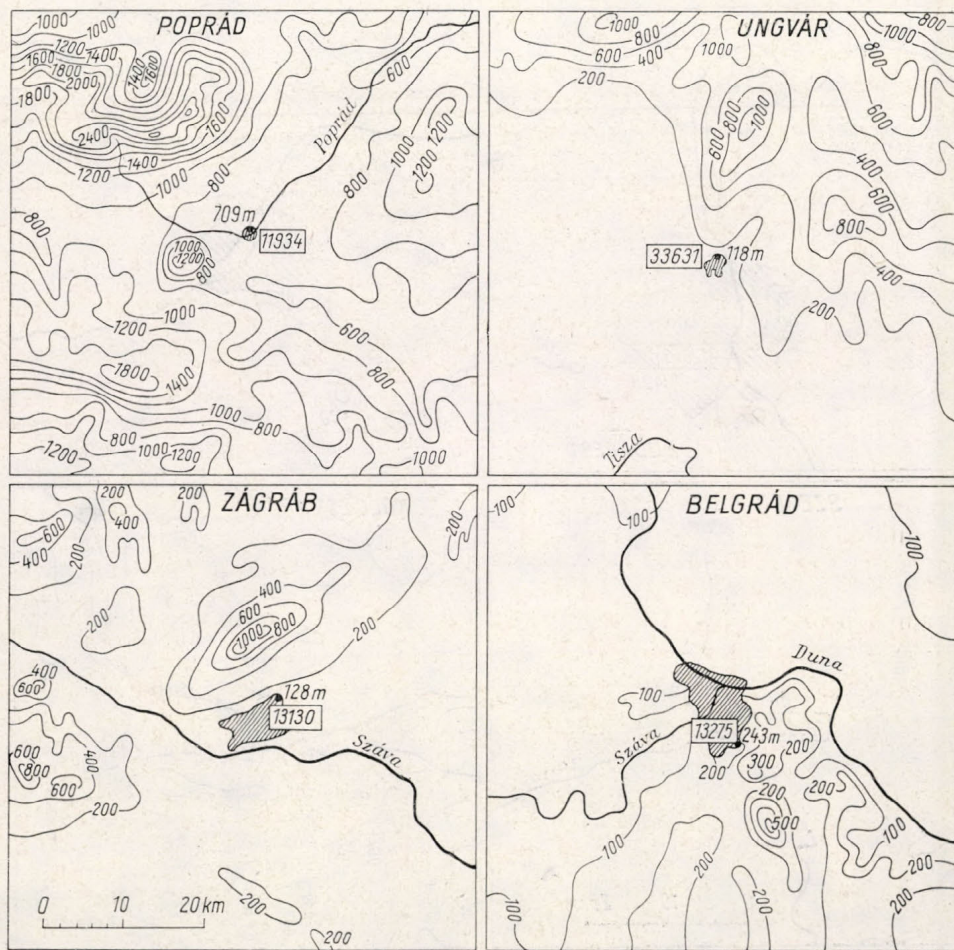
Állomás	a	b [m]	Állomás	a	b [m]
Bécs (Hohe Warte)	11 035	212	Poprád (Poprad Tatry)	11 934	709
Belgrád (Zeleno-Brdo)	13 275	243	Szeged	12 982	84
Budapest (Pestlőrinc)	12 843	140	Ungvár	33 631	118
Kolozsvár	15 120	415	Zágráb (Maksimik Zagreb)	13 130	128

1. Adott magasságú és kiterjedésű domborzati elemek milyen hatást fejtenek ki a légköri stabilitásra?
2. A módosító hatás milyen magasságig, illetve milyen vastag légrétegben érvényesül?
3. A különböző domborzati területeken a mért stabilitás az állomás környezetében milyen távolságig reprezentatív?
4. A stabilitási paraméter reális értékeit szolgáltatja-e a fizikai interpoláció?

A feldolgozás alapját képező adatanyag

Számításainkat nyolc rádiószondázó állomás (II. táblázat) 10 évi (1961–1970), naponta két időpontban (00 és 12 GMT) mért adatsora alapján a stabilitási paraméter Szepesi által definiált hét típusára, öt rétegvastagságra (300, 600, 900, 1200, 1500 m) vonatkozóan végeztük el.

Az adatok feldolgozása és analízise előtt felvázoltuk az állomások megközelítőleg 30 km sugarú környezetének domborzati térképeit (1., 2. ábra). A szint-



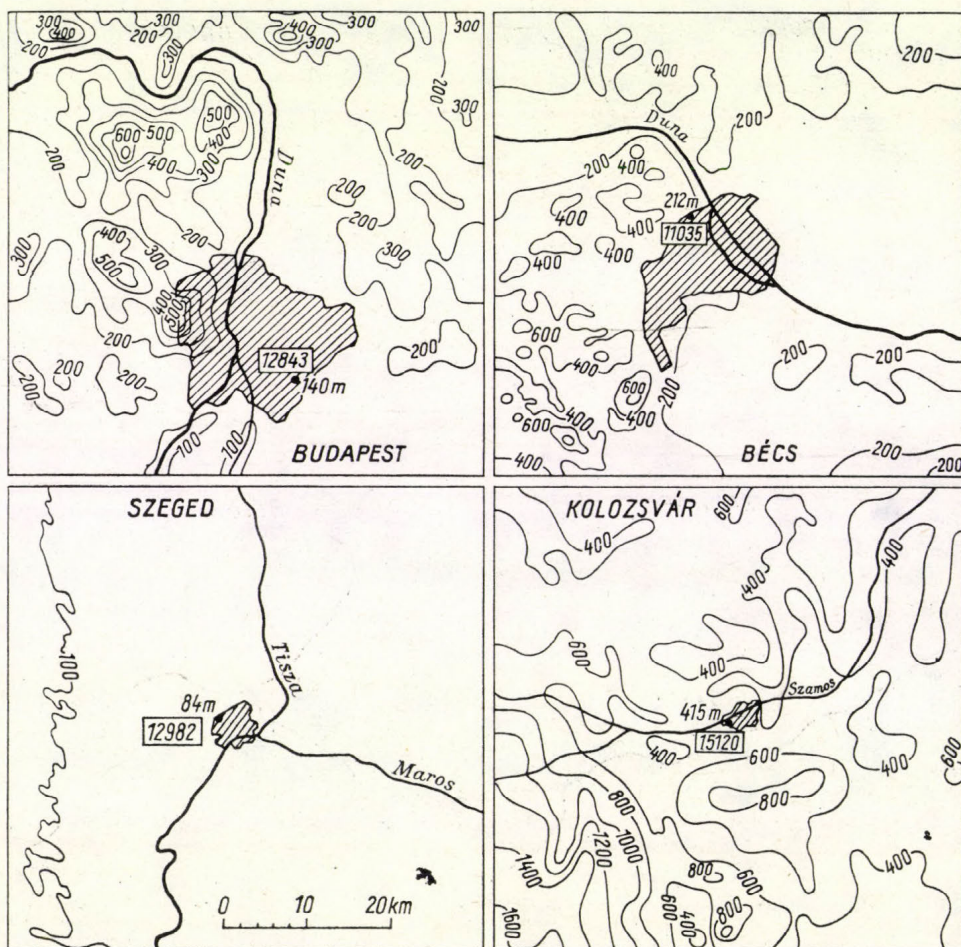
1. ábra. Poprád, Ungvár, Zágráb és Belgrád környezetének vázlatos térképe

vonalakat Szeged, Belgrád és Budapest környezetében 100, a többi állomásában 200 m-ként tüntették fel.

Szegedet teljesen sík vidék veszi körül. Belgrád környezetének nagy része szintén sík terület, a felszín csak egy keskeny szektorban mutat változatosságot. A többi hat állomás a környezet magasabb és alacsonyabb területei között lejtőn helyezkedik el. Az állomások között alapvető különbség az, hogy Bécs, Ungvár, Budapest és Kolozsvár környezetében a hegyvidék meglehetősen tagolt és egyenetlen, Poprád és Zágráb körül viszont a szintvonalak rendezetten húzódnak, valamint az állomások és a környezet között a szintkülönbség nagy.

A mért adatok feldolgozása és analízise

Az egyes állomásokon – adott vastagságú légrétegben és időpontban – észlelt adatok véletlen jellegű ingadozásokat mutatnak. Egy véletlen adatsor jellemzéséhez azt kell tudnunk, hogy az ún. valószínűségi változó a lehetséges értékeit milyen gyakran, illetve mekkora valószínűséggel veszi fel. A véletlen



2. ábra. Budapest, Bécs, Szeged és Kolozsvár környezetének vázlatos térképe

jellegű ingadozást egyértelműen meghatározza az összes lehetséges értékekhez tartozó valószínűségek összessége, azaz a valószínűségi változó eloszlása. Jelenleg az empirikus sűrűség-függvényt határoztuk meg.

Várható, hogy a domborzat stabilitás-módosító hatása legjobban a felszínhez közeli légrétegekben érvényesül. Ezért az alsó 300 m vastag légrétegben előforduló hőmérsékleti gradiensek gyakorisági eloszlásait külön is meghatároztuk. Az átlagos hőmérsékleti gradiensek éjszakai [00 GMT] és déli [12 GMT] eloszlása a 3. ábrán látható.

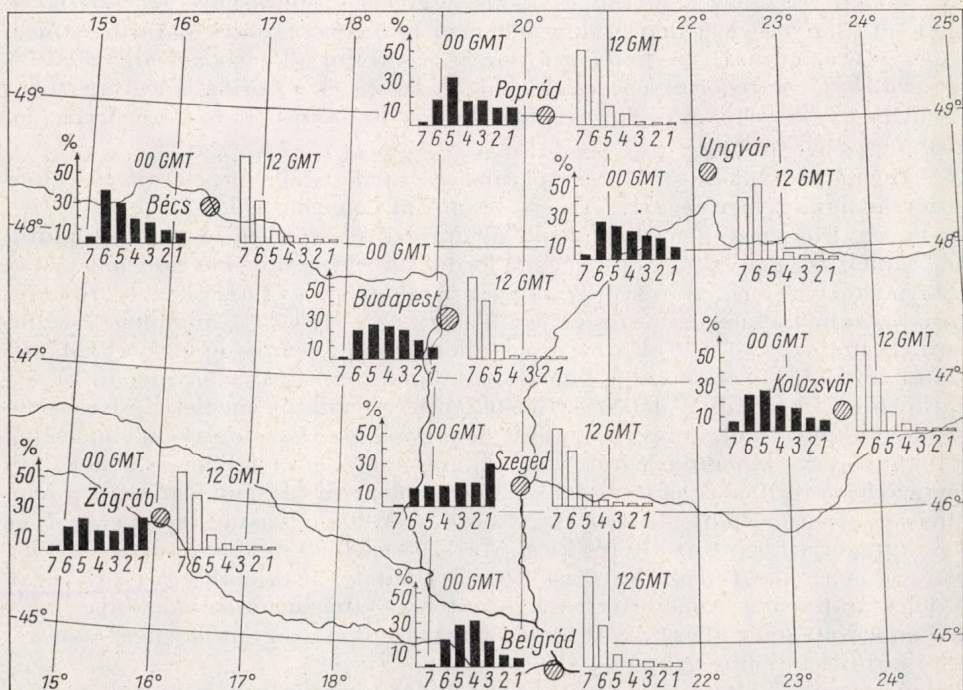
A nyolc állomás éjszakai adatait összehasonlítva a következőket állapíthatjuk meg: éjszakai, kisugárzási típusnak megfelelő függélyes hőmérséklet-eloszlást csak Szeged fölött találtunk.

A sík felszíntől kis mértékben eltérő viszonyok esetén is jelentősen csökken a stabilitás mértéke. Belgrád fölött a kis kiterjedésű és nem túl magas dombok hatására leggyakrabban a pozitív izoterm rétegződés (4. kategória) fordul elő. A mérőállomás a környezetéhez képest lejtő-helyzetet foglal el. A hideg levegő éjszaka a völgyekben halmozódik fel, fölfelé pedig növekszik a hőmérséklet.

Bécs és Ungvár meglepően nagymértékű labilitást (7. kategória) mutat. Mindkét esetben a normális rétegződés (6. kategória) gyakoriságának van határozott maximuma.

Bécs közvetlen közelében számos alacsony domb található. A rendkívül egyenetlen környezet hatására az áramvonalak jelentősen módosulnak, rendezetlenné válnak és a felszínközeli rétegben az áramlás örvényes szerkezetű lesz.

Ungvár – környezetéhez képest – mélyen fekszik. Kisugárzási helyzetekben a hegyoldalak mentén a hideg levegő leáramlik a völgybe és ott ún. hideg-légtő képződik. A völgyekre jellemző éjszakai nagymértékű stabilitás



3. ábra. A stabilitási paraméter gyakorisági eloszlásai az alsó 300 m-es légrétegben

mégsem jut érvényre, mert az alacsony terület nagykiterjedésű és így a hideg levegő szétterül. Labilitását szintén az áramvonalak rendezetlenné válása idézi elő.

Poprád, Kolozsvár és Budapest környezete Belgrádhoz hasonló abból a szempontból, hogy közvetlen közelükben van az állomásnál alacsonyabb és magasabb terület is. Ezért az alsó 300 m vastag légrétegben szélsőséges hőmérsékleti rétegződés nem alakul ki. Mindhárom állomáson a negatív izoterm rétegződés (5. kategória) fordul elő maximális gyakorisággal. A stabilitási kategóriák eloszlása közötti eltéréseket a környező hegyvidék jellege, azaz magassága, kiterjedése és a szintkülönbség okozza.

Poprádon a negatív izoterm rétegződés a leggyakoribb, amely arra utal, hogy a hegyek labilizáló hatása állandóan érvényesül.

Kolozsváron a labilitás nagyobb, mint Poprádon, mert a környező hegyvidék — bár kisebb kiterjedésű, de tagoltabb.

Budapest stabilitási viszonyai Kolozsvárhoz hasonlóak. Budapest környezetében több domb található, de nem eléggé zárt ahhoz, hogy — bár az állomás a környezetéhez képest alacsonyan fekszik — a völgytalp helyzet stabilizáló hatása érvényesüljön.

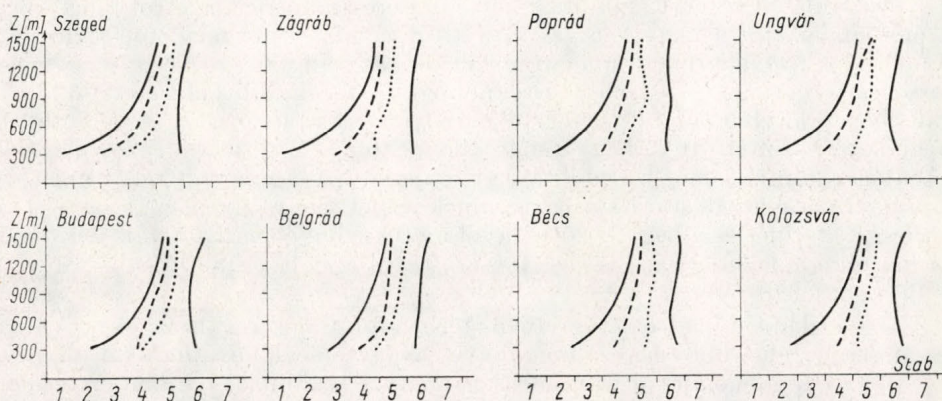
Zágrábban a negatív izoterm légrétegződés (5. kategória) és az erős inverzió (1. kategória) csaknem ugyanakkora gyakorisággal fordul elő. Közel egyformán nagy gyakoriságuk a környezetben levő kétféle domborzati típus eredménye. Az állomáshoz közeli domb nagy kiterjedésű, de tömör, és így dinamikailag árnyékot nyújtva elősegíti az inverzió gyakoriságát. A távolabbi, kisebbombok alacsonyabbak, több elemből állnak. Ezek az egyenetlenségek összekeverhetik, eltéríthetik az áramlást és labilizáló hatást fejthetnek ki.

A déli felszállások adatai csak kis eltéréseket mutatnak. Az eloszlások menetét alapvetően a déli órákra jellemző labilis rétegződés határozza meg. Ungváron a normális (6. kategória), az összes többi állomáson pedig a labilis rétegződés (7. kategória) a leggyakoribb. A labilis és a normális légrétegződés együttes gyakorisága 85–90%-ot tesz ki, így az összes többi kategóriák előfordulása igen csekély.

Meghatároztuk a stabilitási paraméter gyakorisági eloszlásait a különböző vastagságú légrétegekre. Az egy állomásra vonatkozó eloszlásokat a rétegvastagság függvényében ábrázoltuk. Megpróbáltuk kiszűrni azokat az adatokat, amelyek igen kis gyakorisággal fordultak elő és így kevésbé jellemzők. Interpolációval meghatároztuk valamennyi állomásra és rétegre azokat a kategóriákat, amelyeknek együttes előfordulására az esetek 75%-ában lehet számítani. Ezután összevetettük az azonos állomások délben és éjjel mért adatait tartalmazó görbéket, majd a különböző állomások ugyanazon időpontra vonatkozó grafikonjait. A déli felszállásokból nyert adatok meglehetősen homogen képet mutatnak, így ezekről ábrát nem közlünk. Összefoglalóan elmondjuk róluk, hogy valamennyi légréteg és állomás esetében a labilis és a normális rétegződés fordul elő a legtöbbször. A 300 és 600 m vastagságú légrétegben a labilis rétegződés (7. kategória) a leggyakoribb. A 900 m vastag rétegben a 7. és a 6. kategória között az eltérés kicsi. Az 1200 és 1500 m vastagságú rétegben pedig a normális rétegződés (6. kategória) lép fel maximális gyakorisággal. A déli stabilitási paraméter-értékek közötti kis eltéréseket az indokolja, hogy délben a Nap zenit-állása miatt elmosódnak a különböző lejtők sugárzásbevételei közötti különbségek.

Az éjszakai adatok összehasonlításakor azt tapasztaltuk, hogy valamennyi állomás esetén az adatok változása jelentősen csökken a rétegvastagság növe-

kedésével. A 4. ábrán levő grafikonok azt mutatják, hogy az esetek döntő többségében melyik kategória előfordulására számíthatunk. A valószínűségi eloszlásokat számszerűleg a momentumok és a centrális momentumok jellemzik. Mi az első momentumot, vagy más néven a várható értéket határoztuk meg, amelynek a rétegvastagság szerinti változását az ábrákon szaggatott vonallal tüntettük fel. Ezenkívül feltüntettük a valószínűségi változónak azt az értékét, amelynél kisebb és nagyobb értékek ugyanakkora, azaz 50%-os valószínűség-fordulnak elő. Ez az ún. középső érték vagy medián. Az ábrákon a medián változását a rétegvastagsággal a pontozott vonal mutatja.



4. ábra. A stabilitási paraméter gyakoriságának változása a rétegvastagság szerint

A leggyakrabban előforduló kategóriákat tekintve az 1200 és 1500 m vastag légrétegben Belgrád, Zágráb és Poprád adatai jól megegyeznek a szegedi értékekkel. Budapest, Bécs, Ungvár és Kolozsvár 1500 m-es légrétegre vonatkoztatott értékei hasonlóak a szegediekhez. Az egyes várható értékek között jelentős eltérések vannak. Zágráb 300 m, Poprád pedig 900 m fölött ad a szegedihez hasonló értéket. A többi állomás várható értéke minden rétegvastagság esetén ezektől eltér. A mediánokat összevetve: Belgrád valamennyi rétegben labilisabb, mint Szeged. Zágráb stabilitási viszonyai a 900, 1200 és 1500 m; Poprád és Budapesté az 1200 és 1500 m; Bécsé, Ungváré és Kolozsváré pedig az 1500 m vastag légrétegben hasonlóak Szegedhez.

A fenti eredmények azt mutatják, hogy a domborzat stabilitás-módosító hatása Poprád és Zágráb esetében nyúlik fel a legkevésbé magasra. A többi állomás fölött Szegedhez viszonyítva valamennyi légrétegben labilisabbak a viszonyok. Ezeknek a környezetére – Ungvárt kivéve – egyaránt jellemző az, hogy az állomás és a környezete között a szintkülönbség kicsi. Bécs és Kolozsvár közvetlen környezete nagyon egyenletes. Budapestnél a hegyvidék az állomástól nagyobb távolságra található és a szintvonalak is simábban futnak. A Pestlőrincen mért adatokon látszik legkevésbé a domborzat hatása, mert a hegyvidék és a mérőállomás között van maga a város. Belgrádnál a környezet domborzati elemei kis kiterjedésűek. Az állomás a közvetlen környezeténél magasabban fekszik, míg távolabb aombok magassága 250–300 m-rel haladja meg az állomás magasságát. Így a labilizáló hatás az alsó 300 m-es légrétegben kevésbé, följebb nagyobb mértékben érvényesül. Poprád és Zágráb esetében az állomás és a közvetlen környezet közötti szintkülönbség nagy, más-

részt a szintvonalak igen egyenletesen, rendezetten húzódnak. Ez a tömör akadály és a nagy szintkülönbség — bár a síkfelszínhez képest szintén labilitás — a tagolt alacsony domborzathoz képest inkább stabilizáló hatású. Ungvárnál szintén nagy a szintkülönbség, a domborzat által elfoglalt szektor azonban több tagból áll. Ez a típusú domborzat már nem jelent olyan dinamikai védettséget, mint az előző két esetben.

A domborzat stabilitás-módosító hatásának ismeretében fölmerül a stabilitási paraméter reprezentativitásának a kérdése. Minden olyan területen, amelynek helyzete hasonló annak az állomásnak a hegyhez viszonyított helyzetéhez, ahol mérés van, a stabilitás mértéke megegyezik a mért értékkel. Egyéb területen a mért stabilitástól való eltérés tendenciája attól függ, hogy a mérőállomástól a hegy felé vagy az attól távolabb eső területet tekintjük. A sík vidék felé haladva — amennyiben ebből az irányból sincs hegy vagy mesterséges tereptárgy —, a mért értéknél egyre stabilisabb helyzetet találunk. Ellenkező irányban a labilitás mértéke nyilvánvalóan fokozódik. A bemutatott példák azt bizonyították, hogy a mérőállomástól kb. 20–30 km-re levő hegyek is hatással vannak még a stabilitási viszonyokra. A domborzat tehát nagy távolságokban is módosító hatású, de ennek a mértéke csökken vagy növekszik a vizsgált terület és a hegy közötti távolság függvényében. Ez a változás olyan kismértékű is lehet, hogy esetleg 100 km távolságig egy stabilitási kategórián belül nem jelent eltérést.

A vertikális hőmérsékleti gradiens térben folytonosan változó elem. Változásának mértéke több tényező függvénye. Nagytérségű folyamatokat tekintve a változás tendenciáját a folytonosság miatt a stabilitási paraméter területi eloszlása, mértékét pedig az adott időpontban fennálló makroszinoptikus helyzet meghatározza. Valamely terület fölötti időjárás helyzet kialakulását a mezoskálájú meteorológiai elemek határozzák meg a nagyméretű légköri folyamatok helyi visszahatásaként. Ily módon egy adott hely fölött mért érték változása az állomástól való távolság növekedésével a stabilitási paraméter területi eloszlásán és a makroszinoptikus helyzeten kívül a helyi tényezőktől is függ. A reprezentativitás a felszín homogenitásának a függvénye. Azonban a domborzati tényezők, a nap- és évszak, a makroszinoptikus helyzet, valamint a stabilitási paraméter területi eloszlásának ismerete lehetőséget ad arra, hogy a rádiószonda állomáshálózat jelenlegi sűrűsége mellett Magyarország bármely körzetére, ± 1 kategória eltérést megengedve, 100%-os biztonsággal becsüljük meg a stabilitási paraméter értékét. Az interpoláció elvégzésekor egyrészt a meglévő adatokat úgy kell tekintetbe venni, hogy azok erősen a domborzattól függenek, másrészt az interpolált érték is tükrözze a domborzat stabilitás-módosító hatását.

Befejezés

Eredményeinket röviden az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. A stabilitási paraméter területi eloszlásában a domborzati elemek térbeli kiterjedése, a mérőállomástól mért távolsága, a szintkülönbség nagysága és a szintvonalak rendezettségének együttes hatása jut kifejezésre.
2. A domborzat stabilitási viszonyokra gyakorolt módosító hatása a vizsgált esetekben minimálisan 900–1500 m vastag légrétegben érvényesült.
3. A felszíni egyenetlenségek miatt a stabilitási paraméter reprezentativitása erősen korlátozott lehet, de a változás tendenciája és mértéke a meteoro-

lógiai és domborzati tényezők együttes figyelembevételével végrehajtott fizikai interpoláció révén jól becsülhető.

Jelen feldolgozás egy távlati terv – az ország diffúzió-klimatológiai körzetesítése – megvalósításának érdekében készült. A diffúzió-klimatológiai makrokörzetek csak a jellemző meteorológiai elemek együttes gyakorisági vizsgálata alapján határozhatók meg. Elő kell tehát állítani az ország különböző területeire a diffúzió-klimatológiai paraméterek – több évtizedes mérési sorozaton alapuló – gyakorisági eloszlásait. Az óriási adathalmaz feltétlenül számítógéppel történő feldolgozást igényel. Az adatok összegyűjtése, rendszerezése és előkészítése folyamatban van. A stabilitási paraméter különböző területekre vonatkozó hosszú adatsorát tér- és időbeli interpoláció útján állítjuk elő, közel másfél évtizede, az óránkénti szinoptikus térképek alapján. További célunk, hogy – a domborzat stabilitás-módosító hatását is figyelembe véve – az interpolációt számítógéppel hajtsuk végre.

IRODALOM

- [1] *Szepesi D.* (1967): Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. OMI Hivatalos Kiadványai XXXII. kötet.
[2] *Weather Reporting* (1972). WMO Vol. A. No. 9.
-

Экспериментальное исследование скорости кристаллизации переохлажденных водных аэрозолей

ГРОС Т., КАЛМАР Е., *Институт Физики Атмосферы, Будапешт*

Tűlhűlt víz-aeroszolok kristályosodási sebességének vizsgálata. A felhő és köd sikeres módosításához szükséges annak ismerete, hogyan megy bennük végbe a kristályosodás folyamata. A jégképződés kérdése a felhőkben és a ködökben még nem tekinthető megoldottnak. Az irodalomban kétféle — homogén és heterogén — jégképződési mechanizmussal találkozunk. Ahhoz, hogy eldönthessük, melyik mechanizmus az elsődleges, össze kell hasonlítanunk a túlhűlt víz-aeroszolok kristályosodási sebességére vonatkozó mérések eredményeit (laboratóriumi és természetes körülmények között) elméleti adatokkal. Néhány szerző nagy jelentőséget tulajdonít a kristályképződés folyamatában a légköri csapadékokban található oldott anyagoknak. Jelen munkában a vízben nem oldható vegyületektől megtisztított légköri csapadékminták kristályosodási folyamatát vizsgáló kísérletek eredményeit ismertetjük és hasonlítjuk össze desztillált vízzel végzett kísérleteink eredményeivel. A lehetőségek adta határokon belül a csak oldott anyagokat tartalmazó csapadékvíz, illetve desztillált víz fagyásának jellegében nem mutatkozott jelentős különbség. Így föltételezhető, hogy a légköri csapadékvízben található oldott anyagok nem befolyásolják a felhőkben végbemenő kristályosodási folyamatot.

✱

Experimental Investigations on the Rate of Crystallization of Undercooled Water-aerosols. For the successful modification of clouds and fog, informations on the process of crystallization are required. The problem of ice-formation in clouds and fog can still not be considered as solved. In the respective references two kinds of ice-forming mechanisms are mentioned: the homogeneous and heterogeneous one. In order to decide their primariness the results of measurements of the crystallization-rate of undercooled water-aerosols (in laboratories and under natural conditions) are to be compared with the theoretical data. According to some authors great importance is to be attributed to the solute materials to be found in atmospheric precipitation. The present paper deals with the results of experiments concerning the process of crystallization of samples of atmospheric precipitation purified from insoluble compounds. These results are than compared with the results of our experiments made with distilled water. Within the given possibilities no significant difference has been found in the character of the freezing of precipitation water containing only solute materials and that of distilled water respectively. Thus it can be assumed that the solute materials contained in atmospheric precipitation do not effect the process of crystallization taking place in clouds.

✱

По современным представлениям переохлаждение достаточно мелких капель воды может наблюдаться при любых температурах. Чем мельче капли и чем больше скорость их переохлаждения, тем до более низких температур они могут быть переохлаждены. Температура замерзания облачных капель может колебаться в пределах от -8 до -20 , -25 С. Мелкокапельные туманы замерзают при еще более низких температурах. Капельки размером 10^{-6} см. практически не замерзают ни при каких температурах. (Качурин и Мерзеевский, 1969)

Процесс замерзания начинается с того, что внутри капли или на ее поверхности образуется ледяной зародыш. Фронт кристаллизации охватывает всю каплю, образуя ледяную оболочку, а за тем начинает распространяться к центру, сжимая находящуюся внутри воду. Под действием развивающегося при этом давления ледяная оболочка деформируется. Характер замерзания капли определяется прежде всего степенью переохлаждения. Скорость образования ледяных зародышей в переохлажденных каплях прежде всего зависит от температуры переохлаждения, размера капель и скорости их охлаждения.

Исследования, проведенные в естественных облаках, показывают (Mason, 1957), что переходу мощного кучевого облака в градовое предшествует оледенение его вершины. Образование грозового электричества также непосредственно связано с кристаллизацией переохлажденных облаков.

Рассмотрим кратко теорию гомогенного образования ледяных кристаллов в облаках и туманах, которая в первом приближении позволяет объяснить закономерности льдообразования в переохлажденных водных аэрозолях и которая может быть использована при расчетах естественной и искусственной трансформации облаков и туманов. (Качурин и Морачевский 1965).

Фазовые переходы воды в атмосфере

Для воды различают гомогенные и гетерогенные фазовые переходы. В первом случае в переходах участвует только одно вещество в различных фазах, во втором — в процессе участвуют инородные вещества, например, примеси.

Будем понимать под равновесным стабильным состоянием такое состояние, в котором физическая система может находиться неопределенно долго.

Замкнутая система всегда приходит к стабильному состоянию. Время, в течение которого это произойдет, называется временем релаксации стабильного состояния (Качурин и Морачевский, 1965).

Если время релаксации велико, то говорят, что система находится в метастабильном состоянии.

Флуктуационная теория фазовых переходов кратко формулируется: в любой гермодинамической системе, кроме медленного изменения во времени энтропии (2-е начало термодинамики) происходят быстрые флуктуационные изменения параметров системы и, следовательно, энтропии. Вероятность флуктуаций является непрерывной функцией параметров системы.

Для перехода системы из метастабильного состояния в стабильное необходимо, чтобы в результате флуктуаций системы образовался зародыш стабильной фазы.

Такие зародыши называются гетерофазными.

Равновесие фаз

Для случая криволинейной поверхности раздела между фазами работа образования зародыша R определяется изменением термодинамического потенциала всех молекул, образующих зародыш: (Качурин, 1959)

$$-(\varphi_M - \varphi_C) \frac{4}{3} \pi r^3 \frac{\rho_C N}{\mu}$$

и величиной поверхностной энергии:

$$4\pi r^2 \sigma$$

Тогда работа образования зародыша запишется в следующей форме:

$$R = -(\varphi_M - \varphi_C) \frac{4}{3} \pi r^3 \frac{\rho_C N}{\mu} + 4\pi r^2 \sigma$$

φ_C, φ_M — термодинамические потенциалы стабильной и метастабильной фазы, отнесенные к одной молекуле, r — радиус зародыша, ρ_C — плотность стабильной фазы, N — число Авагадро, μ — молекулярный вес, σ — удельная поверхностная энергия на границе фаз.

Работа R увеличивается с увеличением r до некоторого предела, затем уменьшается до нуля и далее до $-\infty$.

Равновесие между фазами определяется условием (Качурин, 1959):

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dr} &= 0 \\ \text{при } r &= \frac{3\sigma\mu}{\rho_C N (\varphi_M - \varphi_C)} \\ \frac{d^2R}{dr^2} &< 0 \end{aligned}$$

Если в результате флуктуаций образуется зародыш стабильной фазы в метастабильной, то

$$R = -(\varphi_C - \varphi_M) \frac{4}{3} \pi r^3 \frac{\rho_C N}{\mu} + 4\pi r^2 \sigma$$

Эта величина не имеет экстремума, так как слагаемые одного знака. С увеличением r она неограниченно возрастает. Это свидетельствует о том, что зародыш метастабильной фазы в стабильной не может быть устойчивым.

Гомогенные фазовые переходы

Вероятность флуктуаций энтропии приближенно определяется уравнением:

$$\Omega \sim \exp \left(\frac{S - S_{\max}}{K} \right)$$

где применительно к рассматриваемому процессу Ω — вероятность состояния, соответствующая флуктуационному отклонению энтропии системы фаз на величину $S - S_{\max}$, K — постоянная Больцмана.

Если в уравнение для вероятности энтропии подставить

$$S_{\max} - S = \frac{\Delta R}{T},$$

где R определяется из формулы:

$$R = \frac{4}{3} \pi r^2 \sigma,$$

то получим выражение для соотношения между размером равновесного зародыша стабильной фазы и вероятностью его образования

$$\Omega \sim \exp \left[- \frac{4\pi r^2 \sigma}{3KT} \right].$$

Это уравнение определяет вероятность флуктуационного образования молекулярных скоплений с плотностью и структурой стабильной фазы и рост которых идет при увеличивающейся энтропии системы фаз (условие гетерофазности).

Для жидкости обычно вводят множитель вида:

$$\exp \left[- \frac{U}{KT} \right]$$

U называется энергией активации молекул и характеризует скорость перехода молекул в особое «предкристаллизационное» состояние

Полагают, что U совпадает с параметром, определяющим температурную зависимость самодиффузии жидкости D в формуле:

$$D \sim \exp \left[- \frac{U}{KT} \right].$$

Вероятность образования зародыша стабильной фазы в метастабильной для жидкости:

$$\Omega = C \exp \left[- \frac{U}{KT} - \frac{4}{3} \frac{\pi r^2 \sigma}{KT} \right] = C \exp \left[- \frac{U}{KT} - \frac{16}{3} \frac{\pi \sigma^3 \mu^2}{KT N^2 L^2 \rho_0^2 \ln \frac{T_0}{T}} \right],$$

где C — постоянная жидкости, L — энергия плавления, остальные обозначения прежние.

Размерность величины $[C] = \text{см}^{-3} \text{с}^{-1}$

Скорость кристаллизации аэрозолей

При температурах $\leq -5^\circ \text{C}$ время собственно кристаллизации мало по сравнению со временем протекания основных естественных процессов, для таких процессов можно предполагать, что капля кристаллизуется практически мгновенно после образования в ней гетерофазного зародыша.

Будем понимать под скоростью кристаллизации аэрозоля относительное число капель, выраженное в долях от общего числа капель, замерзающих в единицу времени.

Для монодисперсных аэрозолей: (Качурин, 1973):

$$\frac{dW}{d\tau} = (1-W) \Omega \frac{4}{3} \pi r_k^3.$$

W — относительное число замерзших капель (в долях от единицы), τ — время (в секундах), r_k — радиус переохлажденных капель, Ω — вероятность образования гетерофазного зародыша в единице объема за единицу времени.

При практических расчетах кристаллизации скорость охлаждения можно принимать постоянной, так же можно принимать постоянным и размер капель. Существенная скорость кристаллизации наблюдается лишь при достаточном переохлаждении. Температура, при которой скорость кристаллизации достигает

максимума, зависит от размера капель и скорости охлаждения. Максимум $\frac{dW}{d\tau}$

отмечается при более высоких температурах, чем максимум $\Omega(T)$.

Для полидисперсных аэрозолей (Качурин, 1973):

$$\frac{dW}{d\tau} = \left[\eta(r) - W_r \right] \Omega \frac{4}{3} \pi r^3$$

W_r — число капель радиусом r , замерзших к моменту времени τ , $\eta(r)$ — функция распределения капель по размерам в начальный момент времени.

После преобразований эта формула имеет вид:

$$\frac{dW}{d\tau} = \Omega \cdot \int_0^{\infty} \eta(r) \frac{4}{3} \pi r^3 \exp \left[- \int_0^{\tau} \Omega \frac{4}{3} \pi r^3 d\tau \right] dr.$$

Как при постоянной, так и при понижающейся температуре относительное число закристаллизовавшихся капель полидисперсного аэрозоля стремится к единице. Скорость кристаллизации полидисперсного аэрозоля при понижении температуры достигает максимума, а за тем стремится к нулю. Положение максимума скорости зависит и от вида функции распределения. Но она обычно не известна, следовательно, точный расчет скорости кристаллизации облака практически невозможен.

Методика расчета кристаллизации переохлажденных водных аэрозолей

Удельная вероятность образования гомогенного зародыша вычисляется по формуле:

$$\ln \Omega = C + \frac{\bar{c}}{K} \ln \frac{T}{T_0} - \frac{16}{3} \frac{\pi}{KT} \frac{\sigma^3 \mu^2}{\left(\rho_a NL \ln \frac{T_0}{T} \right)^2}$$

Где Ω — вероятность образования гетерофазных зародышей в единицу времени в единице объема, C — константа, определяемая из опытов,

$$\left(\bar{c}/K \right) \ln T/T_0$$

— параметр, характеризующий подвижность молекул и значения которого можно взять в работе Качурин (1959) на странице 124. T , T_0 — температура замерзания аэрозоля и температура стабильного равновесия фаз. K — постоянная Больцмана.

Значения для поверхностной энергии σ можно взять в работе Качурин и Морачевского (1965) на стр. 20.

Данные для плотности льда ρ можно взять в работе Качурин и Морачевского (1965 г) на стр. 20.

Значения L и σ берутся в расчете на одну молекулу.

Вероятность образования зародыша так же можно выразить в следующем виде:

$$\frac{1}{1-W} \frac{dW}{dT} = \Omega \frac{V}{\alpha} ; \quad \Omega = \frac{\alpha}{V} \frac{1}{1-W} \frac{dW}{dT}$$

W — относительное число закристаллизовавшихся капель (в долях от единицы), T — температура замерзания капель, α — скорость охлаждения, $[\alpha]$ — град/сек, V — объем капель.

Используя работу Vali и Stansbury (1966):

$$\frac{1}{N_0} \frac{dN}{dT} = \frac{dW}{dT}$$

N_0 — общее число капель, N — число капель, замерзших при температуре T . Величина $(1/N_0) (dN/dT)$ снимается с графиков (рисунки 3—5).

В уравнении (1) известны, таким образом, все величины, кроме C , которую также можно вычислить.

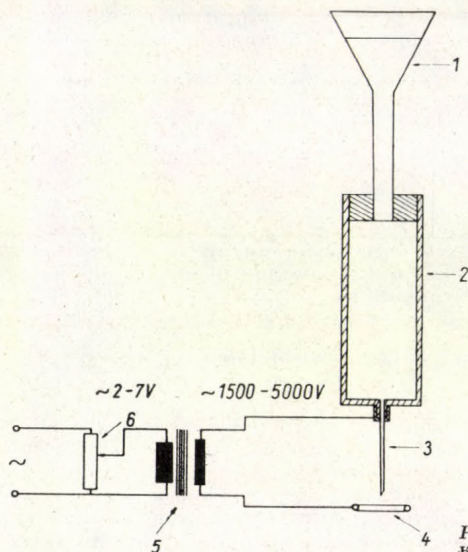


Рис. 1: Схема установки для получения капель одинакового размера (обозначения см. в тексте)

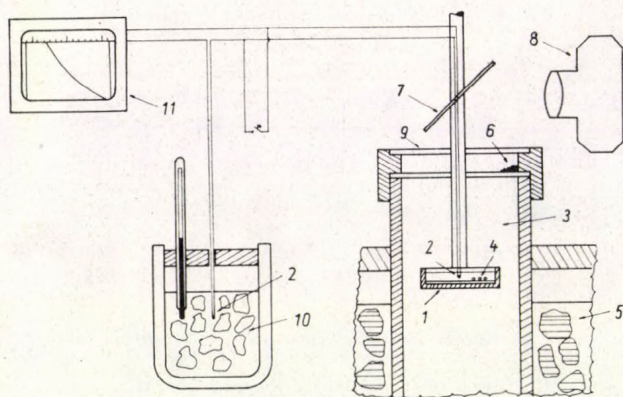


Рис. 2: Схема прибора для проведения эксперимента по замерзанию капель (обозначения см. в тексте)

Описание эксперимента

В данной работе исследовались дистиллированная вода (капли радиусом 300 мкм) и две пробы различных осадков (300 мкм). Первая проба осадков была взята из Казинцбарцки, (промышленный город на северо-востоке Венгрии), вторая — из Будапешта. Осадки предварительно фильтровались (фильтр № 360), определялся их химический состав и электропроводность.

Капли охлаждались с постоянной скоростью охлаждения (3 град/мин). В ин-

тервале интенсивного замерзания капель отклонения скорости охлаждения $\pm 15\%$ можно не учитывать.

Дистиллированная вода получалась ионным способом.

Капли взвешивались в жидкости гидрофобного характера (в данной работе была взята смесь силиконового масла и четыреххлористого углерода).

Метод взвешивания капель в жидкости гидрофобного характера имеет ряд преимуществ перед другими методами. 1. Удастся охватить исследованием боль-

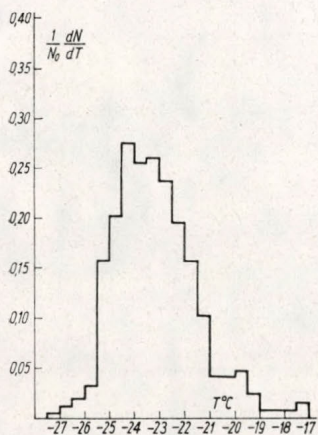


Рис. 3.: Скорость кристаллизации капель дистиллированной воды (798 капель, $r = 300$ мкм)

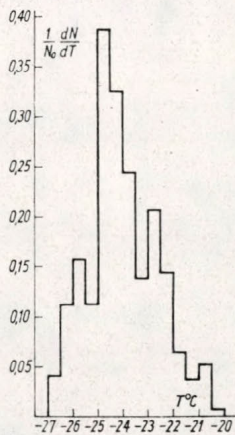


Рис. 4.: Скорость кристаллизации капель осадков, собранных в мае 1974 г. в Будапеште (418 капель, $r = 300$ мкм)

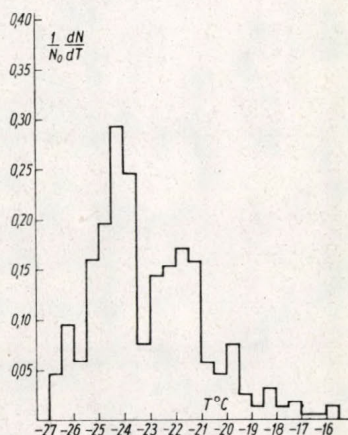


Рис. 5.: Скорость кристаллизации капель осадков, собранных в марте 1974 г. в Казинцбарцке (990 капель $r = 300$ мкм)

шой диапазон капель (от 50 мкм до 1 мм). 2. Удастся сохранить неизменными свойства капель, их концентрацию, капли надежно изолированы друг от друга и от окружающего воздуха, поэтому сохраняют свои первоначальные свойства и не загрязняются. Капли не испаряются, на них не происходит конденсация, не оседают загрязнения из воздуха, капли сохраняют сферическую форму.

Bigg (1953) установил, что природа гидрофобных жидкостей не влияет на температуру замерзания. Теоретические значения температуры гомогенной кристаллизации хорошо соответствуют температуре, полученной путем замораживания капель, взвешенных в гидрофобной жидкости.

Для проведения эксперимента была разработана и смонтирована следующая аппаратура: 1. Установка для получения маленьких капель одинакового размера. 2. Установка для замораживания капель, для наблюдения и для регистрации температуры и числа замерзающих капель.

Для определения и контроля размеров капель использовался микроскоп. Число замерзших капель подсчитывалось с помощью диапроектора.

На рисунке 1 изображена схема установки для получения капель одинакового размера, основанная на принципе срыва капель в электрическом поле. Такая установка дает возможность получать капли радиусом от 1 мм до 50 мкм, в зависимости от подаваемого на кольцо напряжения. Воздух вокруг установки должен быть чистым и насыщенным водяным паром. В этом случае исключается вероятность загрязнения капель и силики, полученные таким способом, пролетая расстояние от иглы до чашки с силиконовым маслом (примерно 8—10 см), теряют электрический заряд.

На рисунке 1 обозначены: 1 — сосуд с водой, 2 — медицинский шприц, 3 — медицинская игла (№ 20), 4 — медное кольцо, 5 — трансформатор. На кольцо 4 подается напряжение от 2000 до 5000 вольт. 6 — реостат.

На рисунке 2 изображена схема установки для замерзания капель, где: 1 — медная чашка с силиконовым маслом, 2 — термопара (медь-константан), 3 — металлическая шахта, 4 — капли, 5 — термостат, охлаждаемый смесью углекислоты со спиртом, 6 — силикагель, 7 — зеркало, 8 — фотоаппарат «Яшика»,

9 — окно из плексиглаза, 10 — дюаров сосуд с тающим льдом, 11 — электронный потенциометр (компенсограф).

Капли одинакового размера во взвешенном состоянии находятся в смеси силиконового масла и четыреххлористого углерода. Дно медной чашки покрыто цаппонлаком, чтобы исключить влияние металлической поверхности на процесс замерзания в случае опускания капель на дно чашки.

В металлической шахте скорость охлаждения можно регулировать плавным опусканием чашки. За скоростью охлаждения можно следить по ленте самописца

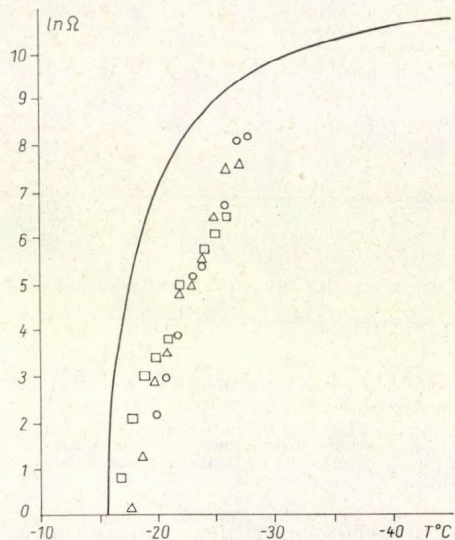


Рис. 6: Значения удельной вероятности образования объемного гетерофазного зародыша (кривая — теоретическое значение вероятности, точки — экспериментальные данные) □: для капель дистиллированной воды △: для капель осадков из Будапешта, ○: для капель осадков из Казинцбарцики

электронного потенциометра. Температура в чашке измеряется при помощи термомпары, ход температуры регистрируется на ленте самописца.

Установив чашку в металлической шахте на определенном уровне, можно в температурном интервале интенсивного замерзания водного аэрозоля считать скорость охлаждения постоянной. В данном случае скорость охлаждения была постоянной и равной 3 град/мин. ($\pm 15\%$). Металлическая шахта закрывается двойным окном из плексиглаза, внутри которого находится силикагель (чтобы окно не запотело). Наблюдение за процессом замерзания и фотографирование производится с помощью зеркала и фотоаппарата. Освещение отраженным светом от зеркала.

После того, как визуально наблюдалось замерзание первой капли, фотографирование производится через каждые 10 секунд до тех пор, пока все капли не замерзнут.

Одновременно момент фотографирования отмечался на ленте самописца.

Таким образом имеем возможность определить скорость охлаждения и число капель, замерзших при данной температуре.

Число капель подсчитывается с помощью диапроектора.

На рисунках 3—5 представлены результаты экспериментов, полученных в данной работе и рассчитанных по указанной выше методике. На этих рисунках показаны скорость кристаллизации для дистиллированной воды и проб осадков для Будапешта и Казинцбарцики) радиус всех капель 300 мкм, скорость охлаждения всегда 3 град/мин).

На рисунке 6 показана теоретическая кривая удельной вероятности образования зародыша стабильной фазы и значения удельной вероятности, полученные на основе наших экспериментов. Результаты экспериментов показывают, что нет существенной разницы в характере замерзания дистиллированной воды и очищенной воды атмосферных осадков. Эти результаты согласуются с данными, полученными Качуриным (1959).

На рисунке 7 показаны значения удельной вероятности, вычисленной на основании данных, полученных различными авторами в сравнении с теоретической кривой: 1 — данные, полученные Биггом (Bigg, 1953), 2 — значения, полученные в данной работе для дистиллированной воды, 2' и 2'' — для двух проб осадков, интервал между 3 и 3' — данные, полученные Кирюхиным и Певзнером (1956) для капель, взвешенных в масле, 4' — данные, полученные Vali и Stansbury (1966) для неочищенных проб осадков (снег, град, дождь) и 4 — для дистиллированной воды, охлаждаемой с разными скоростями. Эти авторы мопещали капли на смазанную

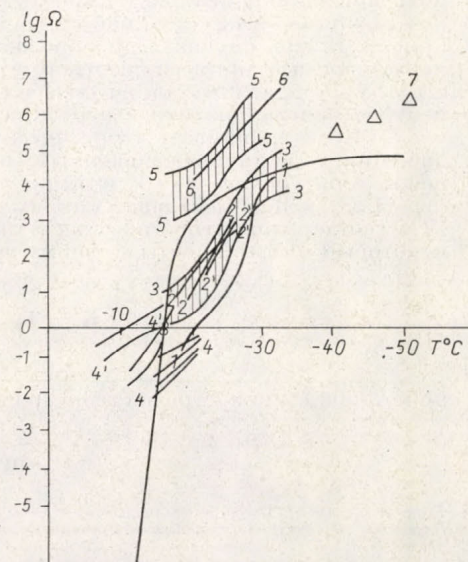


Рис. 7: Значения теоретической вероятности образования зародыша и экспериментальные значения

маслом поверхность. 5 — данные Heverley (1949), полученные путем замораживания дистиллированной воды в капиллярных трубках и путем подвешивания капель на термораре. 6 — данные ВГИ (Высокогорный Геофизический институт, 1974). Капли подвешивались на термораре, 7 — данные, полученные Козловым (1973) для капель дистиллированной воды, взвешенных в масле.

Как видно из рисунка 7, в результатах всех опытов, проведенных различными авторами, существует разобщенность за счет разных условий проведения экспериментов, различий в чистоте дистиллированной воды и ряда других причин. Такая разобщенность особенно четко видна для капель маленького диаметра.

Выводы

1. Сопоставление различных исследований по замерзанию переохлажденных водных аэрозолей возможно только путем сравнения результатов измерения удельной вероятности образования ледяных зародышей в лабораторных условиях с теоретическими данными.

2. В результатах всех опытов, проведенных разными авторами, существует разобщенность за счет различных условий проведения экспериментов и ряда других причин. Такая разобщенность особенно четко выражена для капель маленького диаметра. Но, несмотря на это, результаты измерения удельной вероятности образований зародышей, полученные разными исследователями, качественно соответствуют теоретическим расчетам.

3. На основании опытов, сделанных в данной работе, видна зависимость температуры замерзаний от размеров капель как для дистиллированной воды, так и для осадков.

Для капель радиусом 300 мкм средняя температура замерзания $T_{cp} = -24^{\circ}\text{C}$, радиусом 150 мкм — $T_{cp} = -26,3^{\circ}\text{C}$.

4. Для различных проб осадков, очищенных от нерастворимых примесей, а так же для дистиллированной воды (исследовались капли одинакового размера при одной и той же скорости охлаждения) не удалось заметить существенной разницы в характере их охлаждения. Это дает основание предположить, что находящиеся в воде атмосферных осадков нерастворимые примеси не играют существенной роли в процессе кристаллизации при условии достаточно большого переохлаждения. Аналогичные результаты были получены Качуриным (1959).

5. Хорошо выражено экспоненциальное увеличение вероятности замерзания капель с увеличением переохлаждения.

6. Исследование кристаллизации на металлических подложках, способом подвешивания капель на термопаре, а так же неочищенных от грубых нерастворимых примесей осадков, как видно из рисунка 7, лежат слева от теоретической кривой. В этих случаях ядрообразование носит гетерогенный характер, так как нерастворимые примеси, соответствующие своей структурой кристаллической структуре льда, и металлические подложки инициируют процесс образования центров кристаллизации в переохлажденной воде.

7. Если сравнивать теоретическую кривую ($C=14$) с экспериментальными данными, то видно, что значения Ω в интервале от -15 до -30 несколько завышены, а интервале от -30 и выше — несколько занижены.

Мало экспериментальных данных для температур выше -10 С и ниже -30 С. Для соответствия теоретических и экспериментальных данных нужно изменить некоторые коэффициенты в формуле:

$$\ln \Omega = C + \frac{\bar{c}}{K} \ln \frac{T}{T_0} - \frac{16}{3} \frac{\pi}{KT} \frac{\sigma^3 \mu^2}{\left(\rho N L \ln \frac{T^0}{T} \right)^2}$$

по которой была построена теоретическая кривая.

ЛИТЕРАТУРА

- Bigg, E. K. (1953): The supercooling of water. *Proc. Phys. Soc.*, 66, p. 688.
 Heverley, I. R. (1949): Supercooling and crystallisation. *Trans. Amer. Geogr. Un.*, 30, p 205.
 Mason B. J. (1957): *The physics of clouds*. Clarendon Press, Oxford
 Vali, G. and Stansbury, E.M. (1966): Time-dependent characteristics of the heterogeneous nucleation of ice. *Canadian Journal of Physics*, 44, p. 477.
 Качурин Л. Г. (1959): Сравнение различных уравнений замерзания водных аэрозолей. *ИАН СССР, сер. геофиз.* № 1.
 Качурин Л. Г., Морачевский В. Г. (1965): Кинетика фазовых переходов воды в атмосфере: Изд. Ленинградского университета.
 Качурин Л. Г., Мерзеевский А. И. (1969): Руководство к лабораторным работам по экспериментальной физике, атмосферы. Гидрометеоздат, Л.
 Качурин Л. Г. (1973): Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Гидрометеоздат, Л.
 Кирюхин Б. В., Певзнер С. И. (1956): Температура замерзания взвешенных в масле капель воды и растворов солей. *Труды ГГО*, вып. 57(119), 101.
 Дорошенко В. Г. (1974): Дипломная работа. ЛГМИ.

Az időjárás és éghajlat hatása a műtrágya hasznosulására

ANTAL EMÁNUEL, POSZA ISTVÁN, TÓTH ERZSÉBET, Központi Légtérfizikai Intézet, Budapest

The Effect of Weather and Climate on the Effectiveness of fertilizers. The study contains new ideas on the establishment of maximal and optimal dosages of fertilizers. As to the authors' opinion the annual optimum is defined by the weather potential, the maximum by the climatological potential of the place in question. The effect of weather and climate on the effectiveness of fertilizers is examined on the basis of field measurements. Data are supplied by the agrometeorological observatory of Szarvas from 1970 on with 6 compensational evapotranspirometers and by the experimental basis of Keszthely (founded with this aim) from 1971 on with 24 evapotranspirometers of 4 m² in area and 1 m in depth each. (fig. 2.). The dynamics of the evapotranspiration of Mv-Sc 580 hibrid maize and the development and crop of it were examined in function of different water supplies and NKP levels (fig. 3., 4., 5.). Further increase of the dosages of fertilizers requires more dampness of soil mostly by watering. The results of the experiments were that neither the increase in NKP level nor that of dampness of soil alone has the effect more rapid development and greater crop among given climatological conditions.

✱

О влиянии погоды и климата на действие удобрения. Излагаются новые идеи об определении верхнего предела и оптимального уровня порции удобрения (NPK). По мнению авторов ежегодные величины экономической порции удобрения определяется потенциалом погоды, а верхний предел добавляемых NPK — климатическим потенциалом данной обработанной земли. Влияние погоды и климата на действие удобрения изучается по данным агрометеорологических исследований, проведенных на полях. Исходные данные для этих исследований получаются от агрометеорологической обсерватории г. Сарваш с 1970 г, и с экспериментальной базы г. Кестхей (созданной специально для этой цели) — с 1971 г. В г. Кестхей данные получают при помощи 24 измерителей суммарного испарения емкостью 4 м³ и глубиной 1 м, а в г. Сарваш — при помощи выбранных для этой цели 6 компенсационных измерителей суммарного испарения (рис. 2). С использованием этих устройств изучались динамика суммарного испарения гибридной кукурузы Mv-Sc 580 и поведение урожайности и развития в зависимости от водоснабжения, симулирующего различное количество осадков, и от различного уровня NPK (рис. 3, 4 и 5). Проведенные исследования показывают, что при дополнительном увеличении порции удобрения во всех случаях требуется обеспечить соответствующую влажность почвы, в первую очередь за счет орошения. Обнаружено, что при данных местных и климатических условиях ни повышение уровня NPK, ни улучшение обеспеченности влажности почвы сверх определенных пределов, не сопровождаются экономичным увеличением урожайности и развития.

✱

A tudománypolitikai irányelvek megvalósítására kijelölt fő kutatási feladatok között a „Talajtermékenység fokozása alapvetően új irányok kidolgozásával” című országos szintű kutatási célprogram a talajvédelem, a talajjavítás és a talajművelés továbbfejlesztése mellett a fő súlyt a trágyázásra, és pedig elsősorban a műtrágyázásra helyezi. Ez utóbbi kérdéssel kapcsolatos kutatások fő célja a talaj, az időjárás, az agrotechnika és a termesztett fajta szerepének feltárása a műtrágya hasznosulásában és olyan komplex rendszer kidolgozása, amelyben a műtrágyák hatóanyaga optimálisan és leggazdaságosabban növeli a termést [Láng, 1972]. A cél eléréséhez számos kutatóintézet széles körű, összehangolt munkája szükséges, s ebből az Országos Meteorológiai Szolgálat „Az időjárás és éghajlat hatása a műtrágya érvényesülésére” című feladat megoldását vállalta.

A műtrágya hatékonysága még azonos talajtani körülmények között is függ az időjárás alakulásától. Elsősorban a csapadék, a talajnedvesség és a talajhőmérséklet, azaz a termőtalaj hő- és vízháztartási rendszere segítheti, vagy hátráltathatja a talajba juttatott tápanyag oldódását, vándorlását, felvételét, vagyis érvényesülését.

Nyilvánvaló tehát, hogy a különböző időjárású években eltérő a műtrágya terméseredményekben megnyilvánuló hatékonyságának foka. Elképzeléseink szerint minden tenyészidőszakhoz tartozik egy optimális (gazdaságos) műtrágya adag (a továbbiakban NPK – nitrogén, foszfor, kálium – szint), ami évenként az időjárás alakulásától függően más és más. Sőt, ha mérlegeljük a gazdaságosságot, a kijuttatandó NPK maximális szintjét, vagyis a felső határát is a meteorológiai tényezők szabják meg. Elgondolásunk szerint azonban egyetlen számértékkel megadható felső határ nem létezik, még előre ismert gazdaságossági index esetén sem. E téren felállított kísérleti koncepciónkban kétféle felső határról beszélünk.

Létezik egy, az *éghajlat által definiált átlagos felső határa* a kijuttatandó műtrágyának. Ez a számérték felhasználható a tervezésben (a gyártási kapacitás és az import megtervezéséhez, a szállítás és tárolás tervezéséhez stb). Értékét az éghajlati potenciál szabja meg, vagyis a sokévi átlagos csapadék és talajnedvesség-készlet, az átlagos lég- és talajhőmérsékleti viszonyok, a sugárzásforgalom stb. Következésképpen a kijuttatandó műtrágya átlagos felső határát jelentő mennyiség területenként változik úgy, ahogyan az éghajlati körzeteink is váltakoznak. A 800 mm évi csapadékú, nedves területeinken pl. magasabb lesz a műtrágya adag várható felső határa, mint az 500 mm csapadékú, száraz területeinken, hiszen az utóbbi helyeken a rossz csapadékkellátottság következtében az éghajlati potenciál is kisebb, annak ellenére, hogy a sugárzási energia több. (Megjegyezzük, hogy vízpótlással, öntözéssel, vagyis a vízellátottság optimalizálásával a felső határok számottevően megváltoznak.)

Beszélnünk kell másrészt az adott tenyészidőszak időjárásai viszonyai által megszabott *tényleges felső határról*. Ez a számérték évről évre változik az időjárással együtt. Értéke száraz években kisebb, csapadékos tenyészidőszakokban pedig nagyobb az átlagos felső határnál. Az optimális hő- és csapadékkellátottságú év időjárásai rendszere fogja definiálni a *maximális felső határt*, aminél több műtrágyát már nem érdemes kijuttatni a hatékonyság csökkenésének veszélye nélkül. A *tényleges felső határt* – sok egyéb szempont mellett – a magas dózisokat használó mezőgazdasági üzemeknek az adott évi műtrágyázási terv összeállításakor, mint limitáló számértéket kell figyelembe venniük. Nyilvánvaló, hogy egy csapadékos tenyészidőszakot követően magasabb lesz az alkalmazandó NPK szint, míg az aszályos nyarat kisebbre tervezett dózisnak kell követnie.

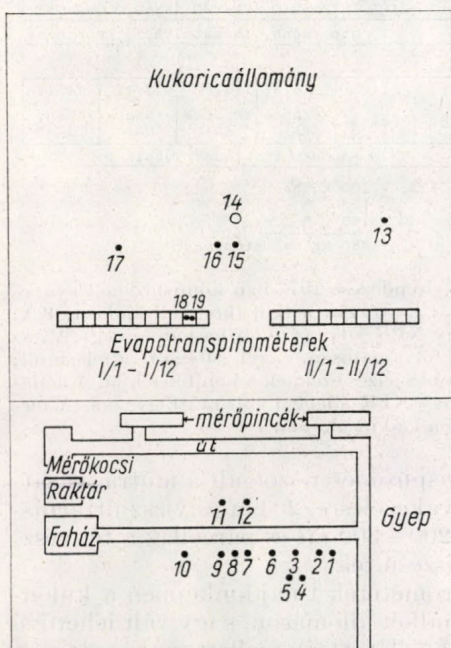
„Az időjárás és az éghajlat hatása a műtrágya érvényesülésére” című téma feladatát tehát az itt vázoltak határozzák meg. A kutatás végső célkitűzése ezek szerint egyrészt a műtrágya adagok éghajlati felső határának, illetve az éghajlatilag optimális dózisoknak a meghatározása (területi változékonyság, térképes ábrázolás), másrészt az alkalmazandó műtrágya adag *tényleges felső határának*, illetve az egyes években az időjárás által megszabott *maximális és optimális mennyiségének* a megismerése (időbeli változékonyság, empirikus eloszlásfüggvényes ábrázolás).

E kettős feladat megoldásához mindenképp szántóföldi agrometeorológiai kísérletek útján tisztázzuk az időjárás és a műtrágya érvényesülése közötti alapösszefüggéseket. Következő lépésként a hosszú sorozatú műtrágyázási

kísérletek eredményeit kapcsolatba hozzuk az ugyanazon időszakra vonatkozó meteorológiai adatokkal, majd az éghajlati valószínűségi értékek függvényében megállapítjuk a mértékadó időjárási helyzetekhez tartozó sugárzás-, hő- és vízháztartási rendszert, valamint az ezen időjárási feltételek által meghatározott legmegfelelőbb műtrágya adagot, adott talajon, adott növényfajta esetén, adott agrotechnika mellett.

Az első kísérleti eredmények

A témával kapcsolatos kutatásokat és kísérleteket 1970-ben indítottuk el Szarvason, majd a következő évben létrehoztuk Keszthelyen a külön e feladat megoldását szolgáló agrometeorológiai kutatóbázist, ahol széleskörű vizsgálgó-



1. ábra. A keszthelyi Agrometeorológiai Kísérleti telep berendezése 1973-ban.

Jelmagyarázat. 1. és 2.: hőmérőházak szabványfelszereléssel; 3. és 4.: higanyos- és ellenállás-talajhőmérők; 5.: talajhőforgalom-regisztráló; 6.: száraz-nedves hőmérsékletregisztrálás az 50 és 200 cm-es szintekben, szellőztetett ellenállás-hőmérőkkel; 7.: GGI-3000-es párolgásmérő; 8.: GGI csapadékmérő; 9.: „A” típusú párolgásmérő kád; 10.: rövid- és hosszúhullámú sugárzás-regisztrálók; 11.: csapadékmérő; 12.: ombrográf; 13.: hidraulikus liziméter; 14.: hőmérséklet, légnedvesség és szélesebbeség vertikális profiljának mérése digitális rendszerrel 50, 100, 200 és 400 cm-es szintekben; 15.: talajhőforgalom-regisztráló; 16. és 17.: talajhőmérők; 18.: talajhőforgalom-regisztráló; 19.: talajhőmérők

dásra nyílt lehetőségünk. Az 1. ábrán e kísérleti terület vázlatrajzát látjuk, megjelölve ott a különböző mérőműszereket. Műszerkocsiban helyeztük el az adatgyűjtőt, illetve a regisztráló berendezéseket, amelyeket kábelek kötnék össze a terepen levő érzékelőkkel. Az évenkénti kísérleti programot, elsősorban annak mezőgazdasági vonatkozásait a Keszthelyi Agrártudományi Egyetemmel – mint célprogram-felelőssel – együttműködve alakítjuk ki. A nyert eredmények általánosíthatóságának, az eltérő talajtípus hatásának, a hőmérsékletben, de főleg a csapadékban azonos tenyészidőszakban is előforduló, olykor lényeges térbeli különbségeknek a tanulmányozására szarvasi kísérleteink egy része – 1973 óta – mind a jelzőnövény, mind a műtrágya és vízkezelés, mind a meteorológiai adatgyűjtés tekintetében a keszthelyihez igazodik.

Tanulmányunk tárgya az 1973. évi kísérletek. *Jelzőnövényünk MvSc 580-as kukorica volt.* A meteorológiai, sugárzás- és hőháztartás méréseket, fenológiai

megfigyeléseket, fenometriai méréseket a tenyészidőszak végén részletes terméskiértékelések egészítették ki.

Keszthelyen a kukorica vízigényének a tápanyag és csapadékellátottság függvényében történő vizsgálatát 24 db 4 m²-es, 1 m mély tenyészedény alkalmazásával folytattuk, s mivel a kezeléseket ismétlésben állítottuk be, a 2. ábra szerinti, összesen 12 variációt tanulmányozhattuk. Az ábrán feltüntetett műtrágya adagok hatóanyagban értendők; a szántóföldi kísérleti területeket a nagy NPK-adaggal műtrágyáztuk, de nem öntöztük. A növénytűrűség 50 000 tő/hektár volt, ami 0,20 m² tenyészterületnek felel meg.

Vízszint = 20 cm:

I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/7	I/8	I/9	I/10	I/11	I/12
∅+V	∅+V	Közepes KA+V	Közepes KA+V	Nagy NA+V	Nagy NA+V	∅+V+Ö	∅+V+Ö	Közepes KA+V+Ö	Közepes KA+V+Ö	Nagy NA+V+Ö	Nagy NA+V+Ö
20 naponként visszafolyásig beöntözve											

Vízszinttartás nincs:

II/1	II/2	II/3	II/4	II/5	II/6	II/7	II/8	II/9	II/10	II/11	II/12
∅	∅	Közepes KA	Közepes KA	Nagy KA	Nagy NA	∅+Ö	∅+Ö	Közepes KA+Ö	Közepes KA+Ö	Nagy NA+Ö	Nagy NA+Ö
20 naponként visszafolyásig beöntözve											

Közepes adag = 100 kg/ha N
60 " P
80 " K

Σ = 240 kg/ha hatóanyag

Nagy adag = 200 kg/ha N
120 " P
160 " K

Σ = 480 kg/ha hatóanyag

2. ábra. A keszthelyi csapadékszimulációs kísérletek elrendezése 1973-ban kompenzációs evapotranspirométerekkel. A *kezelések jelmagyarázata*: ∅: műtrágya nélkül (kontroll kádak); KA: közepes NPK adag (240 kg/ha hatóanyag); NA: nagy NPK adag (480 kg/ha hatóanyag); V: az 1 m mély tenyészkádkban 20 cm talajvízszinttartás folyamatosan, vagyis 80 cm-re a felszíntől; Ö.: 20 naponként felülről öntözve vízkapacitásig. A többi jelzés ezeknek a kombinációja. A kádakat környező parcella kb. 0,6 ha és a kukorica ott nagy NPK adaggal volt műtrágyázva. A természetes csapadékot minden kád megkapta.

Szarvasi kísérletünkben 6 db evapotranspirométer szolgált a műtrágyázatlan (∅), a közepes- és a nagyadagú műtrágyakezelésre, 20 cm-es vízszinttartással. Az evapotranspirométereket környező 200–300 m²-es parcellák a tenyészedényekkel azonos műtrágya-kezelésben részesültek.

A különböző vízellátású evapotranspirométerek tulajdonképpen a különböző csapadékjárású éveket szimulálták mindkét állomáson, s így vált lehetővé az, hogy egy adott éven belül közel azonos hőellátottság mellett ugyan, de változatos nedvesség-rendszerrel idéztünk elő. A későbbiek során a tenyészedényeket a talajhőforgalom szimulációs modellezésére is fel kívánjuk használni, fekete és fehér fóliatakarást alkalmazva.

1973 tenyészidőszakában 318 mm csapadék hullott a szarvasi réti agyagtalajra és 481 mm a keszthelyi barna vályogtalajra (1. táblázat). Ha figyelembe vesszük azt, hogy a téli hónapok kevés csapadéka a tavasz kezdetére sem a talaj felső, sem a mélyebb rétegeit nem töltötte fel kellő mértékben — különösen vonatkozik ez az alföldi területeinkre —, akkor öntözés nélküli természetben a két kísérleti tér közötti említett csapadékbeli különbségnek még nagyobb jelentőséget kell tulajdonítanunk, annak ismeretében is, hogy a nagy műtrágya dózissal megneveltek a kukorica vízigényét [Tóth és Pletser, 1972; Posza, 1973].

A két kísérleti terület térségében a hő- és a nedvességellátottság mutatóiként az 1. táblázatban közöljük a hőmérséklet- és a csapadék-értékeket, az előbbi hőmérsékleti összeg formájában, a higrótermikus koefficienssel együtt.

Korábbi tanulmányunkban [Antal, Posza és Tóth, 1972] rámutattunk, hogy a higrotermikus koeficiens növekvő értékei általában jó nedvességellátottságra utalnak, egy bizonyos határon túli növekedésük azonban a hőellátottság korlátozott volta miatt már nem kedvező a hőigényes növények számára.

I. TÁBLÁZAT

A csapadék, a hőmérsékleti összeg és a higrotermikus koeficiens alakulása

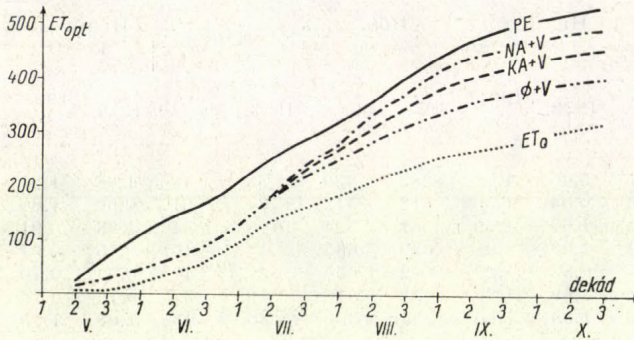
	Keszthely						Szarvas					
	Hőm. összeg		Csapadék		Higroterm. koef.		Hőm. összeg		Csapadék		Higroterm. koef.	
	1973.	50 év	1973.	50 év	1973.	1901-50	1973.	50 év	1973.	50 év	1973.	1901-50
IV	257	327	140	55	5,45	1,68	282	330	53	42	1,88	1,27
V	512	493	2	74	0,04	1,50	512	512	34	51	0,66	1,00
VI	556	570	93	74	1,67	1,29	561	594	108	54	1,93	0,91
VII	623	654	81	71	1,30	1,08	639	685	48	46	0,75	0,67
VIII	599	629	50	77	0,83	1,22	632	657	35	46	0,55	0,70
IX	479	495	81	64	1,69	1,29	531	510	10	37	0,19	0,72
X	252	338	34	63	1,35	1,86	294	350	30	43	1,02	1,23
Σ	3277	3506	481	478	1,47	1,36	3451	3638	318	319	0,92	0,88

A hőmérsékleti összeg mindkét állomáson a sokévi átlagnál kevesebb, és Keszthelyen a szarvasinál alacsonyabb volt. A csapadék mennyisége a tenyészidőszakban a sokévi átlaggal azonos, időbeli eloszlása pedig – nem tekintve a keszthelyi 2 mm-es májusi csapadékot –, a kukoricatermesztés számára jó volt. Itt azonban az áprilisi 140 mm esőből 130 mm 11-e és 25-e között hullott le, ennél fogva a csupán 2 mm-es májusi csapadék sem okozott érezhetőbb hiányt a talaj vízkészletében, amint ezt a nedvességmérések eredményei is bizonyították. Ezen a kísérleti területen a kukorica vetés – betakarítás (május 14 – október 31.) időszakában 10 naponként végzett talajnedvesség-mérések szerint a legnagyobb vízhiány 83 mm volt a felső 1 m-es rétegben (a diszponibilis víz – DV – ugyanezen talajrétegre 200 mm), azaz a növény számára hasznosítható víz nem süllyedt a DV 50%-a alá.

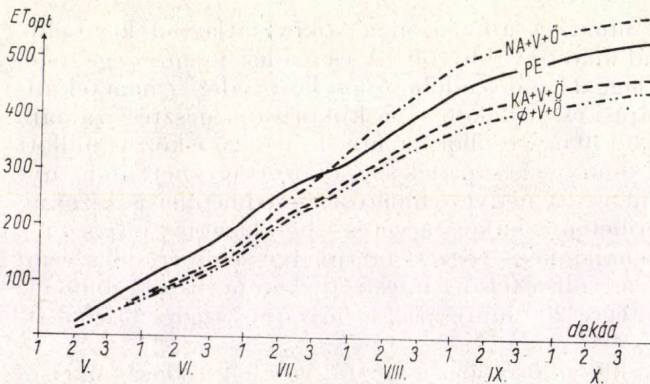
Tekintettel arra, hogy a különböző dózisu műtrágyák feltáródásában elsősorban a csapadék, s ezen keresztül a talaj vízkészlete játszik mobilizáló szerepet, tanulmányunkban az ide vonatkozó kísérleti eredményekkel foglalkozunk, azzal a megjegyzéssel, hogy az energiaháztartásra, a fotoszintézisre stb. kiterjedő vizsgálataink majd további tanulmányok tárgyát alkotják.

Elsőként az azonos, s általunk legmegfelelőbbnek (optimálisnak) nevezett vízellátásban (potenciális transpiráció, tényleges evaporáció) részesülő, 240 kg/ha és 480 kg/ha NPK hatóanyaggal műtrágyázott kukorica vízfogyasztását mutatjuk be, halmozott dekádösszegek formájában (3. ábra). Korábbi kísérleti eredményeinkkel összehangban, a kukorica vízfogyasztása 1973-ban is a vízigenység szempontjából kritikus címerhányástól (július középső dekádjától) kezdve emelkedik meredeken, s ez az intenzív evapotranspiráció a nagy NPK-adag esetében dekádonként 50 mm körüli érték volt. A vetéstől a betakarításig tartó periódusban a lehetséges párolgás (PE) értéke 531 mm, míg a 480 kg/ha NPK hatóanyaggal műtrágyázott öntözetlen kísérleti parcellán 318 mm a kukoricaállomány tényleges evapotranspirációja (ET_a).

A standard evapotranspirométerekben, ahol az alulról adagolt folyamatos vízellátáson túlmenően a tenyészedenyeket 20 naponként visszafolyásig még be is öntöttük, ott nagy NPK adagnál (480 kg/ha) már a potenciális evapotranspirációt meghaladó, 576 mm vízfogyasztást mértünk, és az oázishatás kétségtelen volt (4. ábra). Mint később, a terméseredmények tárgyalásakor látni fogjuk, ez a vízmennyiség a vízhasznosítási együttható romlását okozta, ami nem lehet a növénytermesztés célja.



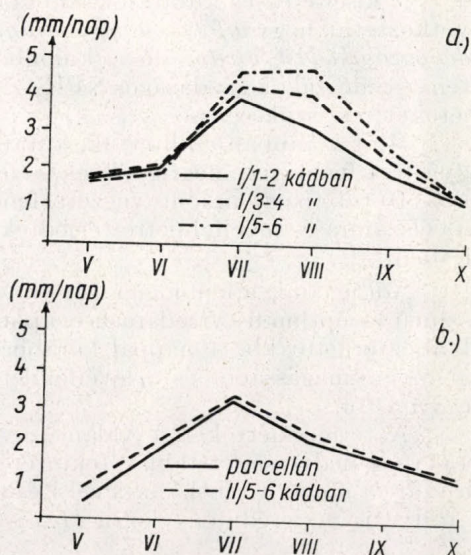
3. ábra. A kukorica evapotranspirációjának halmozott összegei különböző NPK ellátás esetén, valamint a lehetséges párolgás (PE) és a környező állomány tényleges vízfogyasztása (ET₀). Keszthely, 1973.



4. ábra. A kukorica evapotranspirációja különböző NPK szint és bőséges vízellátás esetén (csapadék + alulról és felülről öntözve). Keszthely, 1973.

A nem műtrágyázott (I/1–2 kád), a közepes (I/3–4) és a nagy adagú NPK-val ellátott standard evapotranspirométerek (vízellátás 15–20 cm-es talajvízszinttel, vagyis a felszíntől 80–85 cm-re tartva) szolgáltatották az 5/a ábrán látható vízfogyasztás menetének adatait, míg az 5/b ábra a csak természetes csapadékban részesült és nagy adaggal műtrágyázott parcella, illetve a vízszint tartás nélküli II/5–6 kád naponkénti evapotranspirációjának menetét mutatja be a tenyészidőszakban. Az ábra a) részén világosan felismerhető, hogy a tenyészidőszak elején és végén nincs szignifikáns különbség az eltérő NPK-szint hatására. A virágzás és magkötés időszakában (július közepétől augusztus közepéig) azonban számottevő különbséget okoz a műtrágya a kukoricaállomány evapotranspirációjában, még azonos csapadékellátottság (vízellátás) esetén is. A jó vízellátású, de nem műtrágyázott kádak (I/1 és I/2) evapotranspirációjának napi összege pl. alig érte el a 3 mm-t 1973. július végére, míg az

ugyanolyan vízellátású, de 480 kg/ha NPK hatóanyaggal ellátott tenyészká-
dából (I/5 és I/6) közel 5 mm vizet párologtatott el az állomány naponta.
Az ábra *b*) részén nem található jelentős különbség a két görbe között. Ez ért-
hető is, hisz mindkettő a természetes csapadékellátású állomány evapotranspi-
rációját jelzi (480 kg/ha NPK). A szaggatott görbe a plusz vízellátásban része-
sített II/5–6-os tenyészkádával ténylegesen *mért értékeket* tünteti föl, a folytonos
görbe pedig a kádatok körülvevő parcella (kb. 0,6 ha) állományának *számított*



5. ábra. Az evapotranspiráció időbeli változása a tenyészidőszak folyamán eltérő műtrágyaadagok esetén. Keszthely, 1973.

vapotranspirációját jelzi. Említésre méltó eltérés csak a vetés utáni időszakban mutatkozott, ami annak köszönhető, hogy a kádatok magasabb értékű talajned-
vességkészlettel indultak, mint a környező parcella. Az 5/b ábra igazolja egy-
részt a 4 m³-es evapotranspirométerek használhatóságát az ilyen kutatási cé-
lokra, másrészt a tényleges *ET* meghatározására alkalmazott számítási eljárás
megbízhatóságát [Antal, 1968].

Az NPK-szint és az evapotranspiráció közötti kapcsolat feltárásáról e ddig
elmondottakat röviden a következőkben foglalhatjuk össze:

A keszthelyi kísérletben a kukorica vízigénye közepes műtrágyaadagnál 13,
nagy adagnál 22%-kal nőtt a kezeletlenhez képest, optimális vízellátás (vagyis
jó csapadékellátottság) esetén. E szimulációs vizsgálat eredményeként ki-
mondhatjuk, hogy a csapadékos években alkalmazandó nagyobb NPK-adagokkal
további termésnövekedés várható.

Az alulról és 20 naponként felülről történő öntözés, valamint a 480 kg/ha
hatóanyag következtében az I/11 és I/12 evapotranspirométer állománya e ner-
gianyelőként viselkedve a potenciális párolgást 8%-kal meghaladta (576 mm
vizet párologtatott el a tenyészidőszak folyamán).

Kísérletünkben az $ET_{opt} - ET_a$ különbségre, azaz az öntözővíz-szükségletre
nagy műtrágyaadag esetén 170 mm, műtrágyázás nélkül 50 mm értéket kap-
tunk.

Szarvason 1973-ban a vízigény közepes NPK adagnál 7, nagy adagnál
13%-kal nőtt, s az 1971–1973-as periódusban az alábbiak szerint változott:

	240 kg/ha	480 kg/ha
1971	14%	22%
1972	8%	9%
1973	7%	13%

Végezetül megjegyezzük, hogy az általunk közepes adagként említett hektáronkénti 240 kg a mezőgazdasági gyakorlatban az 1975-re tervezett, míg a 480 kg/ha hatóanyag az 1980-as évekre várható tápanyag-utánpótlási szintnek felel meg.

A kísérletek és kutatások eddigi eredményei már most arra engednek következtetni, hogy a fokozottabb műtrágyázás kiterjedtebb öntözést vagy jobb csapadék-gazdálkodást kíván, de a különböző időjárási rendszerű termőhelyek és tenyészidőszakok gazdaságos NPK-szintjeinek megállapítása még további kísérleteket tesz szükségessé.

Mint korábban említettük, kutatóbázisainkon az agrometeorológiai adatgyűjtést fenológiai megfigyelések és fenometriai mérések egészítették ki. A július 10-től tíznaponként végzett fenometriai mérések a növénymagasságra, levélszámra és levélfelületre terjedtek ki, valamennyi kezelésben, négy ismétlésben.

Addig, amíg a fenológiai fázisok bekövetkezésében csak a nagy adag NPK-szintű és optimális vízellátású evapotranspirométerek állománya volt megkülönböztethető (kb. 4 nappal korábban volt a címerhányás, bajuszolás stb.), a növénymagasságot és a levélfelületet tekintve a kezelések jól elkülönültek egymástól.

A termésértékelést valamennyi kezelési változatra elvégeztük a mag 15%-os nedvességtartalma tekintetében, de fenometriai értékelésre került a szár, a szem, a csutka, a levél + csuhé, az ezer mag súly és a szem és csutka aránya is. Az eredményeket a II. táblázatban mutatjuk be.

II. TÁBLÁZAT

A kukorica fenometriai értékei különböző víz- és tápanyagellátás esetén

1. szár; 2. levél + csuhé; 3. csutka; 4. szem; 5. ezermagsúly; 6. szem — csutka aránya.
Minden súly 15%-os nedvességtartalomra átszámítva

Kezelések	Keszthely, 1973.						Szarvas, 1973.					
	1. q/ha	2. q/ha	3. q/ha	4. q/ha	5. gr	6. %	1. q/ha	2. q/ha	3. q/ha	4. q/ha	5. gr	6. %
Ø+V	33,6	32,7	5,0	21,0	260	81:19	35,0	31,8	6,8	25,2	333	79:21
KA+V	34,9	37,2	15,6	63,2	264	80:20	40,7	55,6	14,8	76,4	332	84:16
NA+V	37,3	30,8	19,3	95,6	323	83:17	38,7	58,2	18,4	90,5	365	83:17
Ø+V+Ö	21,1	23,9	8,0	30,2	264	79:21						
KA+V+Ö	22,3	32,0	9,8	44,9	264	82:18						
NA+V+Ö	33,4	42,4	17,0	96,2	296	85:15						
Ø	20,9	26,6	6,0	14,6	254	71:29	26,6	33,6	9,0	28,5	309	76:24
KA	27,6	37,5	12,1	54,5	282	82:18	34,4	49,6	20,0	72,8	336	78:22
NA	41,6	43,8	17,2	96,0	316	85:15	37,8	49,4	16,0	77,7	320	83:17
Ø+Ö	24,6	26,2	7,2	28,5	276	80:20						
KA+Ö	27,8	33,1	10,4	48,6	278	82:18						
NA+Ö	50,2	41,6	14,8	78,0	303	84:16						

Jelölések: Ø = kontroll kezelés (sem tápanyag, sem víz kezelés); V = folyamatos vízellátás alulról; Ö = öntözés felülről; KA = kis adagú műtrágya; NA = nagy adagú műtrágya

A II. táblázat a (NA+V), a (NA+V+Ö) és a NA oszlopaiban mind az össz-, mind a szemtermés közel azonosnak adódott és a $(NA+V)/\emptyset$, $(NA+V+Ö)/\emptyset$, NA/\emptyset arányszám egyöntetűen 6,6 volt. A kimagaslóan nagy termésnövekedés értékelésénél azonban számításba kell vennünk azt a tényt, hogy a kontroll-talaj, a tenyészedények telepítésével járó talajkeveredés miatt helytelen rétegződésben került vissza a kádba. Az értékelést emiatt elsősorban csak minőséginek szabad tekintenünk. Májusi morzsoltban (15%-os nedvességtartalmú a mag) 96 q/ha volt a maximális terméseredmény, Szarvason pedig az optimális vízellátás és a nagy NPK-adag együtt 91 q/ha-t adott.

Pusztán a műtrágya hatására Keszthelyen közepes dózis mellett 3,7-szeresére, nagy NPK-dózis mellett, mint említettük, 6,6-szeresére nőtt a termés, míg az öntözés önmagában csak 1,4-szeres növekedést idézett elő ($\emptyset + V/\emptyset$). Bár kétségtelen tény, hogy a műtrágyázás fokozása a vízigény növekedésével jár együtt, a nagy költséggel járó öntözés mégis az időjárás függvényében mérlegelendő – amit az 1973. évi keszthelyi terméseredmények is igazolnak –, s csak ott tervezendő, ahol ez sokévi átlagban kifizetődő.

Utaltunk már arra, hogy az 1971 – 1972. évi szarvasi kísérletek eredménye szerint a terméshozamok növelésében sem a műtrágya, sem pedig a víz egy bizonyos határon túli növelése már nem járt a terméshozam gazdaságos növekedésével. Előfordult, hogy stagnálást, sőt visszaesést tapasztaltunk. 1973-ban itt a műtrágyázás hatására öntözés nélkül közepes NPK-adagnál 2,6, nagy adagnál 2,7-szeresére nőtt a termés (májusi morzsolt); optimális vízellátás esetén 2,7, illetve 3,2 volt ez az arányszám. A 240 kg/ha-ról 480 kg/ha-ra áttérve 20%-os termésnövekedést kaptunk, 1971-ben ez a szám 13, 1972-ben pedig 10% volt. A műtrágya és a vízádag gazdaságos határát egy adott talajon a szóban forgó faj és fajta esetén az adott év időjárási potenciálja, sokévi átlagban pedig az éghajlati potenciál szabja meg. A következő évek agrometeorológiai feladata éppen az időjárási és éghajlati potenciál megállapítása a főbb termesztett növényfajainkra.

Végezetül a gazdaságos műtrágyázás és öntözés számértékekkel történő jellemzése céljából a III. táblázatban megadjuk a vízfogyasztási (az 1 kg csőtermés előállítására felhasznált víz literben) és vízhasznosítási (az 1 liter víz által előállított összes szárazanyag kg-ban) együtthatókat, valamennyi keze-

III. TÁBLÁZAT

Vízfogyasztási (a) és vízhasznosítási (b) együtthatók

a) Liter/kg cső			b) Összes szárazanyag kg/liter		
Kezelés	Keszthely	Szarvas	Kezelés	Keszthely	Szarvas
$\emptyset + V$	1542	1404	$\emptyset + V$	0,0023	0,0022
KA+V	576	539	KA+V	0,0033	0,0038
NA+V	427	445	NA+V	0,0037	0,0042
$\emptyset + V + \emptyset$	1157		$\emptyset + V + \emptyset$	0,0019	
KA+V+Ö	469		KA+V+Ö	0,0023	
NA+V+Ö	576		NA+V+Ö	0,0033	
\emptyset	1708	1112	\emptyset	0,0019	0,0023
KA	522	449	KA	0,0038	0,0042
NA	307	445	NA	0,0057	0,0043
$\emptyset + \emptyset$	1140		$\emptyset + \emptyset$	0,0021	
KA+Ö	814		KA+Ö	0,0025	
NA+Ö	523		NA+Ö	0,0038	

lésre. Az együtthatók dimenziójából nyilvánvaló, hogy az előbbi esetben a kicsi, az utóbbiban a nagyobb számérték jelent gazdaságosságot, jobb hatékonyságot. Az 1 kg 15%-os nedvességtartalmú csöves terméshez 307 liter víz már elegendő volt a magas műtrágya-szintnél, és ez a szám a műtrágya-adag csökkenésével nőtt, a kontrollnál több mint ötszörösére, de nőtt a szükségesnél nagyobb víz-adag esetében is.

A vízhasznosítási együttható legnagyobb értékei a nagy NPK-adagnál olvashatók le, míg a 0,0019-es adat a kezeletlen II/1 – II/2-es kádé.

Szarvason a vízfogyasztási együttható a ($\emptyset + V$), (KA + V) és (NA + V) kezelésben a készthelyivel közel azonos érték, a vízhasznosítási együttható ugyanezen kezeléseknél a két utóbbi esetben a készthelyinél valamivel jobb.

Az 1971 – 73. évi periódusban a vízfogyasztási együttható az alábbiak szerint alakult szarvasi kísérletünkben:

	($\emptyset + V$)	(KA + V)	(NA + V)
1971	592	431	412
1972	1090	467	430
1973	1404	539	445

Kontroll-kádunkban a tápanyag utánpótlás hiányában évről évre csökkenő termést és egyre rosszabb vízfogyasztási együtthatót kaptunk.

Az 1973. évi kísérletek eredményei tehát korábbi kutatásainkkal megegyezve a műtrágyaszint és a vízellátás összehangolásának szükségességére utalnak, egyúttal a túllöntözés gazdaságtalan voltára, illetve a helyi időjárási körülmények nyomonkövetésének fontosságára hívják fel a figyelmet.

IRODALOM

- Láng G. (1972): A Mezőgazdasági Kemizálási Szolgálat szerepe a szakmai képzésben és ismeretterjesztésben. *A Mezőgazdaság Kemizálása* (Ankét) I. kötet.
- Tóth E. és Pletszer J. (1972): A kukorica vízigényének alakulása az időjárási viszonyok és az NPK szintek függvényében. *A Mezőgazdaság Kemizálása* (Ankét) I. kötet.
- Posza I. (1973): Tápanyagellátás és evapotranspiráció szántóföldi viszonyok között. Beszámoló, 1973.
- Antal E., Posza I. és Tóth E. (1972): A kukorica öntözésének agrometeorológiai alapjai. *Időjárás* 76. évf. 5 – 6. szám.
- Antal E. (1968): Az öntözés-előrejelzés meteorológiai adatok alapján. *Kandidátusi értekezés*. Budapest.

A hullámzás hatása a Fertő tó és a Balaton albedójára

N. DÁVID ARANKA, Központi Légekfizikai Intézet, Budapest

The Effect of Waviness on the Albedoes of the Lakes Balaton and Fertő. In the study the albedo of the rough water surface is dealt with on the basis of radiation measurements over the Lake Fertő (5 year long series) and the Lake Balaton (3 year long series) and the prevailing winds in the vicinity of both. The daily courses of the albedoes are presented in the case of rough and quiet water surface with clean and dull weather. On the basis of the connection between the frequency distributions of wind direction and velocity and the change of the albedo the value needed to increase the albedo in question in the case of a known wind velocity in practical calculations of heat- and radiation economy is determined.

✱

Влияние волнения на альbedo озер Фертэ и Балатон. Изучается альbedo волнующейся поверхности воды по данным измерений радиации, проведенных на озерах Фертэ (5 лет) и Балатон (3 года), с учетом ветровых условий, характерных для обоих озер и для их окрестности. Проводятся суточные изменения альbedo для спокойной и для волнующейся поверхности воды в ясные и облачные дни. Связь, существующая между распределением повторяемости направления и скорости ветра, с одной стороны, и изменениями альbedo — с другой, позволяет сделать вывод о том, насколько повышенными величинами альbedo целесообразно пользоваться при практических вычислениях радиации и теплового баланса при известной скорости ветра.

✱

A vízfelületek albedójának különleges a szerepe Földünk energiamérlegében, mivel a víz visszaverőképessége kisebb, mint más természetes felszínén. A vízfelszínre — mint a levegőtől eltérő törésmutatójú közeg határfelületére — érkező sugárzás egy része visszaverődik, másik része pedig irányt változtatva behatol a vízbe, szétszóródik, és diffúz visszaszórással növeli a reflexiót. A rövidhullámú reflexió (R_f) tehát két összetevőből áll: a felszíni visszaverésből (R_{fF}) és a visszaszórásból (R_{fV}):

$$R_f = R_{fF} + R_{fV} \quad (1)$$

A fenti két összetevő alakulásának ismerete nélkülözhetetlen az albedó hullámzás okozta megváltozásának vizsgálatánál, ezért azt röviden összefoglaljuk.

A felszíni visszaverődés mértékét — derült időjárás esetén — a napsugarak beesési szöge és a felszín „érdessége”, víz esetében a hullámzás mértéke szabja meg. Mint ismeretes, a beesési szög növekedtével a globálsugárzásnak egyre kisebb hányada verődik vissza, a hullámzás fokozódása pedig a felszíni reflexió diffúz összetevőjét növeli a direkt visszaverődéssel szemben. A gyakorlatban azonban a vízfelszín nem tekinthető olyan hullámos felületnek, amelyről — bizonyos hullámmagasság elérése után — már csak diffúz a reflexió. A tapasztalatok szerint ugyanis egy adott napmagasságnál a hullámzás erősségén kívül a beeső sugár és a hullámok relatív (egymáshoz viszonyított) iránya is befolyásolja a felszíni reflexió jellegét és mértékét. Fors (1954) kimutatta, hogy a vízfelszín albedója függ a nap azimutjától is. Schwerdtfeger (1964) jelentősnek tartja bizonyos esetekben a fénypolarizációt is, amely főként a tavak szélnek erősen kitett oldalán fordul elő, és ilyenkor a beeső sugárzás irányváltozása erősen módosíthatja az albedót.

A vízbe z mélységbe behatoló sugárzás (G_z) szóródás okozta gyengülése az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$G_z = G_0 e^{-az}, \quad (2)$$

ahol G_0 = a vízfelszínre érkező sugárzás;

z = a behatolás (ill. mérés) mélysége;

a = a Lambert-féle extinkciós együttható, amely a közegre jellemző és annak tulajdonságaitól függ. Értéke a fenti egyenletből:

$$a = (1/z) \ln(G_0/G_z)$$

A szóródás mértéke a víz szennyezettségének függvénye. A természetes vizekben levő festékanyagok és a vízben lebegő szilárd részecskék jobban szórják a rövidebb hullámhosszú kék sugarakat, mint a hosszabbakat (*Whithey* 1938), a látható fénysugarak tartományában. (A Rayleigh-törvény értelmében a szóródás mértéke fordítva arányos a hullámhossz negyedik hatványával.) A kék sugarak még a tiszta alpi tavakban sem hatolnak mélyre (*Vollenweider*, 1956), az erősen homályos, átlátszatlan állóvizeinkben pedig még gyorsabban szét-szóródnak. Ezt bizonyítják *Felföldi és Kalkó* (1958) vízalatti fénymérései a Balatonon.

A vízben szétszórt sugárzás egy része diffúz visszaszórásként ismét a légkörbe jut. Ha a víz sekély, a fenékről visszaverődő sugárzás is növeli a visszaszórást. Értéke *Sauberer és Ruttner* (1941) szerint tiszta, átlátszó vízü tavakban 0,5–0,6%, zavarcs, homályos állóvizekben 8% is lehet. *Czepa* (1954) szerint közepes átlátszóságú állóvizekben átlagosan 0,8–1,1%-kal növeli az albedót. Természetesen a visszaszórást növekedése – akár fenékvisszaverődésből, akár fokozott vízzavarcsból vagy együttesen mindkettőből ered – albedónövekedést eredményez. *Ter-Markarjanc* (1957) speciális kísérleti mérésekkel kimutatta, hogy a visszaszórást nagysága független a napmagasságtól, kizárólag a víz átlátszóságának és mélységének, valamint a sekély tavaknál a fenéktalaj színének a függvénye.

A felszíni visszaverődés és a diffúz visszaszórást ismeretében az össz-albedó a következő alakban írható fel (*Mullama*, 1964):

$$A = \frac{A_I I + A_D D + A_V T_V G (1 - A_G)}{I + D} \quad (3)$$

ahol:

I = a közvetlen napsugárzás,

A_I = a direkt sugárzásra vonatkozó albedó,

D = a szórt sugárzás,

A_D = a szórt sugárzásra vonatkozó albedó,

A_V = a vízoszlop és a vízfenék együttes albedója,

T_V = a víz átbecsátási együtthatója,

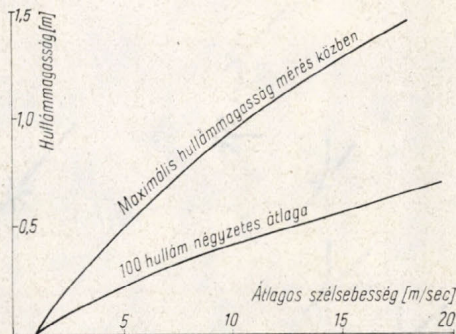
így $A_V T_V G (1 - A_G)$ – a visszaszórást fejezi ki, $A_I I$ és $A_D D$ a felszíni visszaverést jelentik a közvetlen és a szórt sugárzásra vonatkozóan.

Mérési eredmények

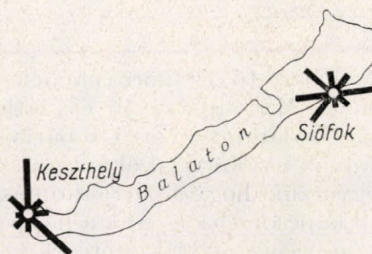
A hullámzásnak az albedóra gyakorolt hatását mérési eredmények alapján igen nehéz tanulmányozni. Adatainkat mindenekelőtt azoknak a tényezőknek a hatásától kell függetleníteni, amelyek a hullámzásnál nagyobb mértékben befolyásolják az albedót. Ilyenek elsősorban a napmagasság és a felhőzet. Célserű ezért teljesen derült vagy teljesen borult időben, azonos napmagasságok idején mért adatok összehasonlítása, amikor csak a hullámzás jellege és foka a meghatározó.

A hullámzó vízfelszín albedóját a Fertő-tavi (5 év) és a balatoni (3 év) sugármérések alapján tanulmányoztuk. Vizsgálatainkhoz a *nyári hónapokban* tehát az albedó évi változása által nem zavart adatokat használtuk fel.

A hullámzás erősségére (hullámmagasságra és -amplitúdóra) vonatkozó adataink hiányosak, így az albedóértékeket a szélviszonyok függvényében tanulmányoztuk. Minthogy a különböző sebességű és irányú szél a vízfelszín érdekességét és a zavarosságát megváltoztatva eltérő értékű albedót eredményez, célszerűnek látszik a tavat jellemző szélviszonyok feltárása. Vizsgálatainkhoz



1. ábra. A hullámmagasság és a szélesség összefüggése Balatonszemes – Akalinál a tó közepén (Muszkalay nyomán)



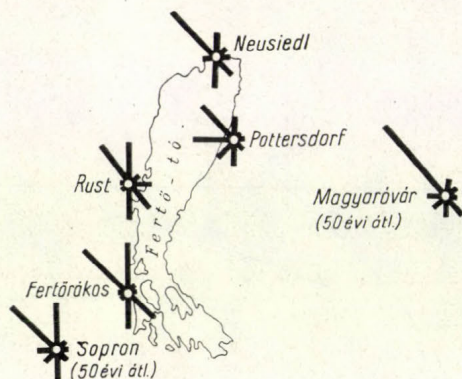
2. ábra. A szélirányok gyakorisága Keszthelyen (1901 – 1950) és Siófokon (1901 – 1950)

felhasználtuk a hullámmagasság és szélesség Balatonra számított (Muszkalay, 1973) kapcsolatát is, amely a leggyakoribb NW irányú szelekre vonatkozik (1. ábra). Ez a kapcsolat a Fertő tóra is érvényes lehet azzal a különbséggel, hogy a Balatonnál sekélyebb vízben rövidebbek a hullámfrontok, és a meghajtási hosszat erősen csökkenthetik a nyílt vízben elszórtan elhelyezkedő nád-szigetek.

Másik különbség – véleményünk szerint – eredhet abból, hogy az uralkodó északias szél a Fertő tóra akadálytalanul beáramlik, sőt Sauberer (1953) szerint a Lajta-hegység hatására az északi szeleken itt csatorna-hatás érvényesül. Ezzel szemben a Bakony és a Veszprémi-hegyek a leggyakoribb szeleknek útjában állnak a Balaton előtt, így ezek nem közvetlenül, hanem csak a hegyeken való átkelés után érik el a tó felszínét, tükrözve az orografikus perturbációkat.

A Balaton-felvidék hegyeinek eltérítő hatására legjobb bizonyíték Keszthely és Siófok 50 évi szélirány-gyakoriságának (Magyarország Éghajlati Atlasza) különböző volta (2. ábra). Amíg Keszthelyen – ahol kevésbé érvényesül a hegyvidék eltérítő hatása – az északias szélirány az uralkodó, Siófokon egyáltalán nem ilyen az északias irány. Különösen szembetűnő ez a különbség a viharok irány és szám szerinti megoszlásában (Tánczer, 1964). A nyári vihar-

jelzéssel kapcsolatosan végzett statisztikai feldolgozás szerint Keszthelyen mintegy 50%-kal több vihar észlelték, mint Siófokon. A viharos szelek irányát tekintve Siófokon a viharok felét jellemezte az északias irány, Keszthelyen a kétharmadát. Mindez arra mutat, hogy a siófoki és a keszthelyi szélirók adatai külön-külön az egész tóra nem jellemzők, átlaguk sem elegendő a hullámmás vizsgálatához. A hullámmás szempontjából csaknem mindig a helyi szél a jellemző, és a kapcsolatszámításnál a hullámmáximo előtti egyórás szélátlagot kell figyelembe venni.



3. ábra. A szélirányok gyakorisága a Fertő tó környékén

A Fertő tó és környékének széliránygyakoriságát jellemzi 3. ábránk. Sopron és Magyaróvár 50 évi átlagos széliránygyakoriságai (*Mo. Éghajlati Atlasza*), valamint a Fertő tó partvidékén hosszabb-rövidebb periódusban mért szélirányok gyakorisági eloszlása szerint itt az északnyugati szél az uralkodó. Megjegyezzük, hogy a parti állomásoknál — mivel a szélirányokat az albedóval hoztuk kapcsolatba — csak a nappali órák széliránygyakoriságát tüntettük fel, felhasználva az osztrák mérések eredményeit is (*Sauberer, 1953; Steinhäuser, 1970*). *Steinhäuser* megállapítása szerint nappal a tó felőli szelek gyakorisága megnő. Ezt bizonyítják Fertőrákos, Rust és Neusiedl adatai, ahol a leggyakoribb északnyugati szélirány mellett a déli, délkeleti irányok gyakorisága fel-tűnően nagy a keleti parton fekvő Pottersdorféval szemben. Az utóbbinál viszont a nappali „tavi” szél inkább a nyugati szelek gyakoriságát növeli.

I. TÁBLÁZAT

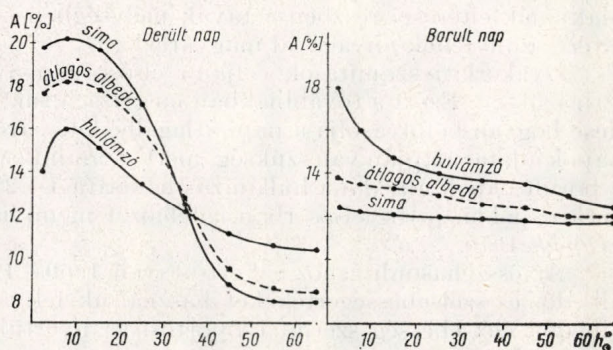
A szélirányok és a szélcsend átlagos gyakorisága a Fertő tó vízfelszíné fölött, Fertőrákosnál [%]

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
I.	15,5	2,5	4,1	17,1	12,1	4,1	5,1	28,0	11,5
II.	14,8	3,0	3,7	14,8	12,8	4,6	5,7	30,1	10,5
III.	14,4	2,9	3,7	13,6	15,4	6,0	5,3	29,4	9,3
IV.	15,9	3,4	3,2	12,7	15,5	6,0	6,1	27,5	9,7
V.	14,8	3,9	3,6	12,3	15,2	5,6	5,5	28,4	10,7
VI.	15,9	3,8	3,2	9,5	11,4	5,0	6,8	33,8	10,6
VII.	14,9	3,3	2,4	7,3	10,0	5,3	7,0	36,8	13,0
VIII.	13,1	4,0	3,2	8,2	12,0	5,6	6,8	32,9	14,2
IX.	10,8	3,7	3,7	12,1	14,4	5,4	6,0	29,8	14,1
X.	12,6	2,5	3,4	14,9	16,4	5,4	5,9	25,1	13,8
XI.	11,2	1,8	3,4	16,1	16,0	5,8	5,3	26,1	14,3
XII.	12,5	2,5	3,7	16,8	14,3	4,5	4,8	26,0	14,9
Év:	13,8	3,2	3,5	13,0	13,8	5,3	5,9	29,4	12,1

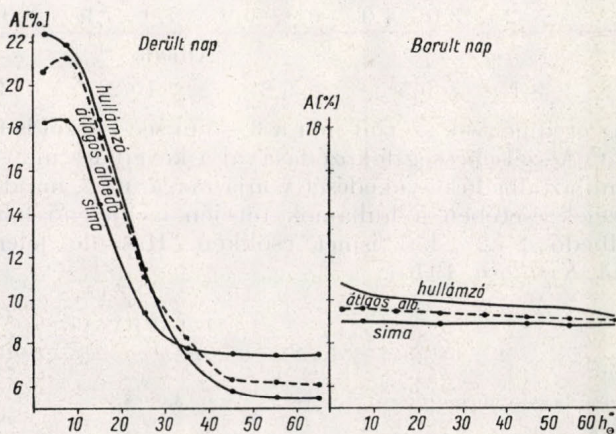
Steinhauser szerint éjszaka ellentétes szélirányok jellemzők az egész tóra, ekkor tehát a part felől a tó irányába fúj a szél. Annak a helyességét, hogy albedóvizsgálatainkhoz csak a nappali órák széliránygyakoriságát használtuk fel, megerősítik az I. táblázat adatai. A táblázat gyakorisági értékei Fertőrákos 24 órás szélregisztrátumaiból készültek. Feltűnő pl., hogy a nappali órákra jellemző SE irány nagy gyakorisága a 24 órás gyakorisági eloszlás szerint éppen az általunk vizsgált nyári hónapokban még nem olyan kitüntetett szélirány.

A Fertő tóra – a kisszámú hullámzásadat miatt – még nem szerkeszthető

4. ábra. A Fertő tó albedójának függése a napmagasságtól sima és hullámzó vízfelszínen



5. ábra. A Balaton albedójának függése a napmagasságtól sima és hullámzó vízfelszínen



a balatonhoz (I. ábra) hasonló görbe a szélesebb és a hullámmagasság kapcsolatáról. Ám az itteni szélesebb adatok is jó tájékoztatást adnak a hullámzás erősségének évi változásáról. A szelet Fertőrákos közelében a tavon 8 m magasságban Fuess-féle egytetemes széliróval regisztráltattuk 1969–1973-ban. A regisztrátumokból számított havonkénti átlagok a következők:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
3,5	4,3	3,9	4,4	3,8	3,9	3,8	3,1	3,1	3,2	3,4	3,7

A két tó albedójának függését a napmagasságtól korábban már tanulmányoztuk (Dávid, 1970; Dávid és Kozma, 1973; Dávid, Major és Takács, 1974), ám jelen feldolgozásunkban külön is foglalkoztunk a szélszél és a 2 m/sec-nál kisebb szélszél, továbbá az 5 m/sec-nál nagyobb szélszél órák albe-

dóinak és a napmagasságnak összefüggésével mind a Fertő tóra (4. ábra), mind pedig a Balatonra vonatkozóan (5. ábra). Mindkét tóra jellemző, hogy derült időben kis napmagasság idején a hullámzó felszín albedója kisebb, nagy napmagasság idején nagyobb, mint a sima vízfelszíné. Magasabb napálláskor az albedó növekedését a víz homályosságának fokozódása, alacsony napálláskor az albedó csökkenését pedig a felszíni visszaverődés direkt összetevőjének csökkenése idézi elő. Teljesen borult időjárás esetén a hullámzás mindig az albedó növekedését eredményezi, függetlenül a napmagasságtól, mivel ekkor felszíni visszaverődésnek csupán diffúz összetevője van. A két tóra jellemző görbék alakjának eltérései részben a tavak mélységbeli különbségével, részben pedig eltérő színű fenék-anyagával magyarázható.

Gyakorlati számítások céljaira elsősorban a napi átlagos albedóértékre van szükség. Ezért a továbbiakban megvizsgáltuk, hogy a szélesebesség növekedése hogyan befolyásolja a napi átlagalbedót. Erre a vizsgálatra csak a derült napok adatai alapján van szükség, mert – amint ez a 4. és 5. ábrából kiderült – a borult napok albedói a hullámzás hatására 1–2%-kal nőnek. Változó felhőzetű napokon pedig elsősorban a felhőzet mennyisége szabályozza az albedót (Dávid, 1970).

Az összehasonlításhoz a Fertő tavon 1969–1973 nyári hónapjaiban mért albedó- és szélesebességértékeket használtuk fel. A derült napok napi átlagos albedóit szélesebesség szerint csoportosítva nyertük az alábbi összefüggéseket:

Szélesebesség [m/sec]						
<2	3,0–4,9	5,0–6,9	7,0–7,9	8,0–8,9	9,0–9,9	10 <
Albedó [%]						
9,1	9,5	9,8	10,2	9,6	8,5	7,6

Az eredmények szerint már a 3–5 m/sec-os szél is felkavarja a tó finom iszapját. A szélesebesség fokozódásával a keveredés miatt egyre homályosabb a víz, ami az albedó növekedését vonja maga után, majd az ennél nagyobb erősségű szelek esetében a hullámok tetején megjelenő fehér fodrozódás hatására az albedó 1–2%-kal ismét csökken. Hasonló jelenséget sokan tapasztaltak (pl. Kirillova, 1970).

II. TÁBLÁZAT

A szélesebesség gyakorisága a nyári hónapokban Fertőrákoson (1969–1973)

Szélesebesség [m/sec]	<2	3,0–4,9	5,0–7,9	8,0–8,9	9 <
Május	10	66	18	3	3
Június	9	69	18	3	1
Július	9	54	21	3	3
Augusztus	29	58	9	1	3

A nyári hónapokban 4–6%-os gyakoriságú a 8 m/sec-osnál nagyobb szélesebesség (II. táblázat), ami a vízfelszín albedójának csökkenését idézi elő. Mivel az albedó növekedését előidéző 3,0–7,9 m/sec-os szélesebességek gyakorisága 70–80%, a vízfelszín hullámzása esetén célszerű 1%-kal magasabb albedóval számolnunk.

IRODALOM

- Czepa, O. (1954): Über die spektrale Reflexion der Globalstrahlungs an Wasseroberflächen. *Acta Hídr. Bd. 1/1.*
- Dávid, A. (1971): A Fertő tó albedója. *OMSZ Hiv. Kiadv. 28. kötet* 165–174. o.
- Dávid, A. – Kozma F. (1973): A Fertő tó sugárzásháztartása. *Időjárás 77. évf. 6. sz.* 325–337. o.

- Dávid, A. — Major, Gy. — Takács, O. (1974): Hazai állóvizeink albedójának vizsgálata. *Időjárás* 78. évf. 1. sz. 46–50. o.
- Felföldi, L. — Kalkó, Zs. (1958): Vízalatti fényviszonyok és a fotoszintézis összefüggése a Balatonon 1957 nyarán. (*MTA Biol. Kut. Int. Évk. Vol. 25.*)
- Fors, L. F. (1954): Otrazsenie szolnecsnoj radiaciiot vodnoj poverhnosztj ozer. *Trudü Lab. ozerover A. N. SZSZSZR. 3.*
- Kirillova, T. V. (1970): *Radiacionnij rezsím ozer i vodohraniliscs.* Leningrád, Gidr. Izdat. 251 o.
- Kakas J. (szerk.) (1960): Magyarország éghajlati atlasza II. kötet, Adattár. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Mullama, Ju. A. (1964): Radiacionnij rezsím poverhnosztj morja. *Izv. A. Nauk. SZSZSZR ser. Geofiz No. 8.*
- Muszkalay, L. (1973): *A Balaton vizének jellemző mozgásai.* VITUKI Budapest.
- Sauberer, F. (1953): Der Wind-Einfluss auf die Trübung der Neusiedlersees. *Wetter u. Leben* 5. 200–303. o.
- Sauberer, F. — Ruttner, F. (1941): *Die Strahlungsverhältnisse der Binnengewässer.* Leipzig, Akad. Verl.
- Schwerdtfeger, P. (1964): Effect of polarization on the albedo. *Nature* Vol. 202.
- Steinhauser, F. (1970): Kleinklimatische Untersuchungen der Windverhältnisse am Neusiedlersee. 2. Teil: Die Windrichtungen. *Időjárás* 74. évf. 1–2. 76–88. o.
- Tánczer T. (1964): Az idei nyár balatoni viharai. *MMT IX. Vándorgyűlése, Siófok, 1963.* 53–61 o.
- Ter-Markarjanc, N. E. (1957): Albedo morja. Leningrad, GGO
- Vollenweider, S. (1956): Das Strahlungsklima des Lago Maggiore und seine Bedeutung für die Photosynthese des Phytoplanktons. *Met. Inst. Ital. Idrobiol. No. 9.* 293–392 o.
- Whitney, I. (1938): Microstratification of Inland Lakes. *Trans. Wisc. Acad. Sci.* 31. 155–137 o.

A szőlő evapotranspirációja

FÜRI JÓZSEF, Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet, Kecskemét és
KOZMA FERENC, Központi Légtérfizikai Intézet, Budapest.

Evapotranspiration of Grapes. Field investigations on the water-balance of five sorts of dessert grapes were carried out by the aid of evapotranspirometers. As a result the dynamics and measure of the water consumption of the different sorts have been stated during the vegetation period and, within this, also in the different phenological phases. Researches were made also on the ratio of evaporation and transpiration within the full water consumption (evapotranspiration). These investigations yielded several new informations on the water balance of grapes which will prove useful for the planned irrigation of grapes.

✱

Суммарное испарение винограда. С использованием измерителей суммарного испарения в полевых условиях в течение 4 лет (1970—1973 гг.) изучался водный баланс пяти сортов столового винограда. Были определены динамика и степень водопотребления выбранных сортов винограда в вегетационный период и в рамках этого периода — в отдельные фенологические фазы. Была также определена доля испарения и транспирации в полном водопотреблении (суммарное испарение). Проведенные исследования позволили получить ряд новых сведений о водном хозяйстве винограда, которые могут использоваться при внедрении разведения винограда с орошением.

✱

Bevezetés

A szőlő hazánk mezőgazdasági területének csak 2,2%-át foglalja el, de a mezőgazdaság teljes termelési értékének 8%-át, csak a növénytermesztés értékének pedig 13%-át adja. A termő szőlőültetvények összterülete 210 ezer hektár (Kádár, 1973), amelynek közel fele alföldi borvidék. Az alföldi borvidék — különösen a Duna—Tisza közti homokhátságon — közismerten rossz vízgazdálkodású. Pedig ez a borvidék pl. Kecskeméten és környékén a mezőgazdasági össztermelésnek nem kevesebb, mint felét adja. Az alföldi borvidéken vannak világos, humuszban igen szegény, sülevényes futóhomok területek, de találunk humuszban és tápanyagban gazdag, sötétebb barnás homoktalajokat is.

A szőlő az igen kései érésű fajták kivételével hazánkban általában megkapja a szükséges hőt (Kozma P., 1961), de vízellátása már nem mindig kielégítő. Azokon a területeken, ahol az évi csapadékösszeg nem haladja meg a 450 mm-t, a szőlő már csak öntözéssel termeszthető gazdaságosan. Országunk legaszályosabb vidéke az Alföld, s ha megnézzük a homoki szőlőkultúra központjának, Kecskemétnek a csapadékviszonyait, úgy azt tapasztaljuk, hogy a szőlő rentábilis termesztéséhez szükséges évi csapadékmennyiség igen sok esetben a kívánt érték alatt marad (Füri—Kozma, 1967).

A szőlő vízigénye s így transpirációja is a vegetációs időszak alatt rendkívül változó. Schmitthenner (1907) szerint egy 150—200 levelű Rajnai rizling tőke 20 °C léghőmérséklet mellett, 1 nap alatt 1,0—1,5 liter vizet párologtat. Busin (1960) szerint az évi összes vízfogyasztás százalékában kifejezve a vízigény könnyezéstől rügyfakadásig minimális (1% alatt), rügyfakadástól virágzásig 1,5% virágzás kezdetétől kötődésig 10%, a bogyók növekedésének időszakában, vagyis kötődéstől zsendülésig 43%, zsendüléstől a teljes beérésig pedig 45% körül van. Hazánkban Kozma Pál (1964) vizsgálta az egyes szőlőfajták párologtatását. Kísérletei szerint egy-egy szőlőtőke homokon, átlagos hőmérséklet

és kis telítési hiány mellett 300—400 g, magas hőmérséklet és nagy telítettségi hiány mellett 1000 g vizet párologtat el naponta.

A kísérlet előzményei

A hazai szőlőültetvényekben egyre inkább előtérbe kerülő öntözés szükségessé tette az ezzel kapcsolatos előzetes kutatások kiszélesítését. Korábbi vizsgálataink (Füri, 1968, Füri—Kozma, 1967, 1971, 1972) rámutattak a homoki szőlő öntözésének szükségességére és az öntözés hasznosságára, de a víz-igényre és az evapotranspirációra vonatkozóan mind ez ideig nincsenek megbízható hazai adataink.

A Szőlészeti és Borászati Kutató Intézetben a több mint egy évtizede folyó öntözési kísérletek még nagyobb teret kapnak. A különféle öntözési módok (esőztető, barázdás, altalaj, csepegtető) gazdaságos, minél olcsóbb kivitelezése nem utolsósorban a különböző szőlőfajták öntözővíz-szükségletének és a vízfogyasztás ritmusának ismeretétől függ. Ennek érdekében 1968-ban elkezdtünk a szőlő vízigényére vonatkozó laboratóriumi, majd 1970-ben a szabadföldi vizsgálatokat.

A két évig tartó laboratóriumi vizsgálat eredményei alapján (Füri—Kozma, 1971) megkülönböztettünk kis, közepes és nagy vízigenyű fajtákat. Ezekből választottuk ki a szabadföldi kísérletekhez az Afuz Ali, Gloria Hungariae, Olimpia, Pannónia kincse és Szőlőskertek királynője muskotályfajtákat (a továbbiakban — rövidítésként — csak a fajta előnevét használjuk).

Anyag és módszer

Az evapotranspiráció és ezen belül a szőlőnövény transpirációjának szabadföldi mérésére 1969-ben négy, majd 1970-ben további két kompenzációs evapotranspirométert (Antal, 1965, 1968) helyeztünk üzembe a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet Lakiteleki Kutató Állomásának, Kecskemét-Katonatelepi Üzemegységében. A kádak mérete 330 × 120 × 105 cm. Öt kádba vakdöntéssel 4—4 tőkét telepítettünk az előbb említett fajtákból. A hatodik kádba csak talajt helyeztünk az evaporáció mérésére. Az egész kísérlet termő szőlőálmányban (Pannónia kincse) van elhelyezve, s a kádak mellé az egyes vizsgált fajtáknak megfelelően szintén 4—4 tőkét telepítettünk. Ez utóbbiak kontrollként szerepelnek a termésmennyiség, levélfelület, hajtásnövekedés stb. kiértékelésére. A mérések négy éven keresztül (1970—73) a teljes tenyészidőszakban, általában április 1-től október 31-ig folytak.

Az evapotranspirométeres méréseknél az evaporáció és transpiráció szétválasztása lehetővé tette, hogy a levélfelület folyamatos mérése mellett meghatározzuk a levélfelülettől függő transpiráció mértékét, különböző mértékszámait. A levélfelületet Hegedűs (1963) módszere alapján mértük, illetve számítottuk.

Az optimális evapotranspiráció (OET)

Az egész tenyészidőszakra vonatkoztatva a négy év átlagértékei azt mutatják, hogy a Szőlőskertek (406 mm) és a Pannónia (419 mm) kis, a Gloria (468 mm) és az Olimpia (466 mm) közepes, míg az Afuz (512 mm) nagy vízigenyű fajta. Tekintettel arra, hogy a tenyészidő hosszának (rügyfakadás-lombhullás) négyéves átlaga az öt fajtánál közel azonos, így vízigenyűk jól összevethető. A legkisebb vízigenyű Szőlőskertek fajta evapotranspirációja minden évben

valóban a legkisebb volt. Ha ezt tekintjük 100%-nak, akkor a Pannónia evapotranspirációja 3%-kal, a Gloria és Olimpia vízigénye 15%-kal, az Afuzé pedig 26%-kal nagyobb. Ez utóbbi esetében az EVP 100 mm-t meghaladó vízfogyasztástöbbletet jelent.

A tenyészidő hossza az öt fajtánál közel egyforma (185—190 nap), de az egyes fenológiai fázisok hossza az érés sorrendjének megfelelően igen változó, ami egyben eltérő vízigényt is jelent. A rügyfakadás-virágzás átlagos fázishossza az öt fajtánál még közel azonos (48—52 nap), a vízigény is egyforma, a teljes tenyészidő optimális evapotranspirációjának 17—20%-a, de a virágzás-zsendülés fázis átlagos hossza az Olimpiánál 45 nap, az Afuznál 66 nap. A több mint 20 napos eltérésnek az az eredménye, hogy a vízigény az előbbinél 31%, az utóbbinál 49%. A többi fajtánál 36—40% az 54—56 napos fázisnak megfelelően. Ebben a fázisban és a zsendülés-szüret időszak elején a legintenzívebb az evapotranspiráció mind az öt fajtánál. A zsendülés-szüret fázis hossza szintén igen eltérő (Olimpia 26 nap, Afuz 44 nap, a többi fajtánál 34—35 nap), de a vízigény már nem olyan különböző, mint az előző fázisban, mindössze 20—26%. A legnagyobb különbségeket az utolsó fázisban (szüret-lombhullás) találjuk. A kései Afuznál szürettől a vegetáció végéig átlagosan 28 nap, a korai Olimpiá-

I. TÁBLÁZAT

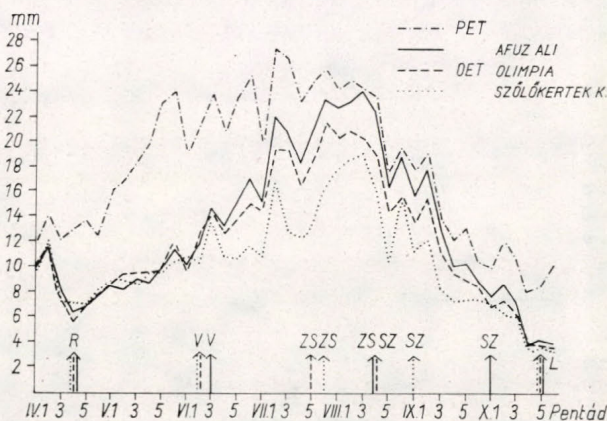
Az átlagos napi optimális evapotranspiráció a fenológiai fázisokban és a teljes tenyészidőszakban, mm-ben

A = Afuz, G = Gloria, O = Olimpia, P = Pannonia, Sz = Szőlőskertek, R - V = rügyfakadás-
virágzás, V - ZS = virágzás-zsendülés, ZS - SZ = zsendülés-szüret, SZ - L = szüret-lomb-
hullás, R - L = rügyfakadás-lombhullás

Fenofázisok	A	G	O	P	SZ	
R - V	1970	1,36	1,39	1,63	—	—
	1971	2,17	2,19	1,92	1,91	1,77
	1972	1,69	1,56	1,56	1,49	1,45
	1973	1,91	1,69	1,85	1,54	1,79
	Átlag	1,73	1,66	1,74	1,65	1,67
V - ZS	1970	3,63	3,50	3,66	—	—
	1971	3,94	3,71	3,40	2,26	2,34
	1972	4,16	3,37	3,38	3,16	2,92
	1973	3,29	2,87	2,49	3,10	2,83
	Átlag	3,77	3,34	3,20	2,84	2,72
ZS - SZ	1970	2,20	2,75	4,10	—	—
	1971	3,35	4,91	3,56	2,71	3,35
	1972	2,47	2,92	3,39	3,42	3,11
	1973	3,74	3,61	3,29	3,37	2,44
	Átlag	3,02	3,51	3,65	3,17	2,91
SZ - L	1970	—	1,18	1,95	—	—
	1971	1,29	2,10	2,35	1,51	1,80
	1972	1,25	1,31	2,17	1,40	1,28
	1973	1,61	1,68	2,13	1,60	1,33
	Átlag	1,43	1,63	2,18	1,50	1,52
Tenyészidő R - L	1970	2,51	2,36	2,63	—	—
	1971	3,12	3,01	2,67	1,99	2,20
	1972	2,59	2,26	2,37	2,27	2,11
	1973	2,71	2,46	2,35	2,44	2,10
	Átlag	2,69	2,52	2,52	2,23	2,15

nál 66 nap telik el. Ebben a fázisban az egész vegetációs időre eső vízigény 8, illetve 31%-át használja el a szóban forgó két fajta.

Könnyebb összehasonlítást tehetünk az egyes fajták között, ha a fenológiai fázisokon belül a evapotranspiráció értékét elosztjuk a napok számával, vagyis kiszámítjuk a fázisokon belül az egy napra eső vízfogyasztást. (I. táblázat)



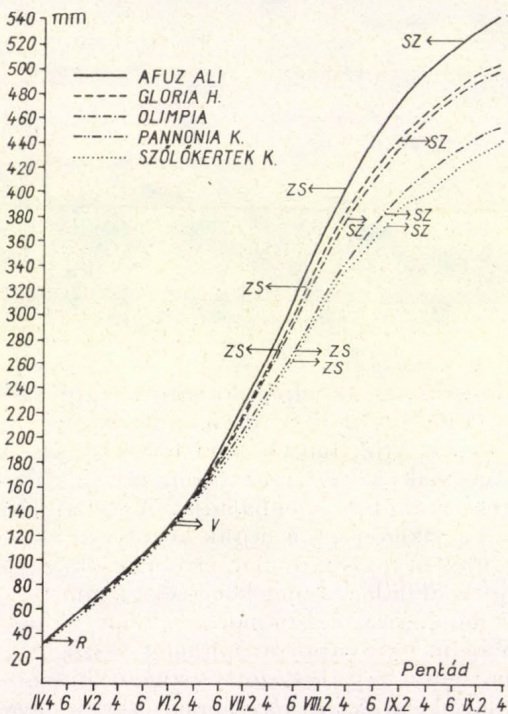
1. ábra. Az optimális és potenciális evapotranspiráció pentád-értékeinek menete, mm-ben

A rügyfakadástól virágzásig eltelt időszakban az elpárologtatott napi vízmennyiség az öt fajtánál közel azonos, 1,65—1,74 liter, de már itt is kitűnik a Pannónia és a Szőlőskertek kisebb és az Afuz nagyobb vízfogyasztása. A virágzás-zsendülés fázisban erősen növekszik az evapotranspiráció az előző fázishoz képest, az Afuznál a kétszeres értéket is meghaladja. A zsendülés-szüret időszakban általában tovább nő a vízigény, s a fajták közötti különbség is igen nagy (2,91—3,65 mm). Az utolsó fázisban már erősen csökken a napi evapotranspiráció, és csak az Olimpiánál haladja meg kevéssel a 2 mm-t.

A teljes tenyészidőszakot négy, a fenológiai fázisoknak megfelelő időtartamra bontva, és ezen időtartamokon belül az evapotranspirációt összegezve nem tűnik ki világosan és egyértelműen sem a fajták közötti vízigény különbség, sem a vízigény időbeli menete és alakulása. Az 1. ábra éppen ezért a nagy vízigényű és kései érésű Afuz, a középkorai és kis vízigényű Szőlőskertek, valamint a korai és közepes vízigényű Olympia fajták evapotranspirációjának menetét mutatja be a potenciális evapotranspirációval (PET) összehasonlítva. Az ábrán a potenciális evapotranspiráció, és a három szőlőfajta optimális evapotranspirációjának pentád átlag értékei szerepelnek.

Az optimális jól követi a potenciális evapotranspiráció menetét az egész tenyészidő folyamán, a kettő közötti különbség elsősorban a növény fejlettségi fokától, a lombfelület nagyságától függ, vagyis főleg a növényi tulajdonságok szabják meg. A tenyészidőszak kezdetén a viszonylag magas OET értékeket a telített talaj nagy evaporációja okozza. Virágzásig a három szőlőfajta párologtatása közel egyforma, és lényegesen kisebb, mint a PET értéke. Virágzás után rohamosan emelkedik a OET értéke, és egyre nagyobb lesz a három szőlőfajta vízigénye közötti különbség is. Legnagyobb az Afuz párologtatása, amely a zsendülés előtti és utáni pentádokban megközelíti a potenciális evapotranspiráció értékeit. A három szőlőfajta közötti különbség, bár fokozatosan csökken, a vegetáció vége előtti pentádokig megmarad. Az evapotranspiráció menetéből is világosan kitűnik, hogy a szőlő vízigénye virágzás után erősen nő, és a maximumot a zsendülés-szüret közötti fázisban éri el.

A vizsgált szőlőfajtáknál a termés szempontjából produktív szakasz (virágzástól szüretig) hossza igen különböző. Legrövidebb az Olimpiánál (119 nap), közel egyforma a középérésű Gloria, Pannónia és Szőlőskertek fajtáknál (140, 136 és 137 nap) és a leghosszabb a kései Afuznál (163 nap). Amennyiben az evapotranspirációt döntően az érés ideje, vagyis a tenyészidőszaknak a szüretig eltelt hossza szabná meg, akkor a vízigény is ennek megfelelően alakulna. Ez azonban, amint a 2. ábra mutatja, nincs így. A rügyfakadás és virágzás időpont-



2. ábra. A szőlő vízfogyasztásának összeggörbéi a teljes tenyészidőszakban

ja az öt fajtánál közel azonos, ebben a szakaszban a vízigényben egyáltalán nem mutatkozik különbség. Virágzás után 10—12 nap elteltével az összeggörbék szétválnak, vagyis az öt fajta vízfogyasztása kezd eltérő lenni. Zsendülésig, sőt még zsendülés után is a görbék meredeksége azt jelzi, hogy a vízfogyasztás fokozódik, és az Olimpia kivételével már szüret előtt szemmel láthatóan csökken. A teljes tenyészidőszak evapotranspirációjának összege nem követi az érési sorrendet, mert a középkorai Szőlőskertek és Pannónia a legkisebb vízfogyasztású, az ugyancsak közepes érésű Gloria és a korai Olimpia egyformán közepes vízigényű. Egyedül az Afuznál jelent a hosszú tenyészidőszak egyben nagy vízfogyasztást is. Ez utóbbi fajtánál a késői zsendülés után is meredeken emelkedik a görbe, azaz tovább nő a vízfogyasztás is.

Az evaporáció és transpiráció

Az evapotranspiráció a növény számára produktív transpirációból (tápanyagszállítás, hőmérséklet-szabályozás stb.) és improduktív evaporációból tevődik össze. A felső 20—30 cm-es talajréteg vízkészlete adja az evaporáció döntő részét, míg a mélyebben fekvő szőlőgyökerek útján végbemenő transpi-

ráció nagyságát elsősorban az ennél mélyebben fekvő talajrétegek vízkészlete határozza meg.

Az evaporáció nagysága erősen függ a felső talajréteg vízkészletétől, az időjárási tényezőktől és nem utolsósorban a növényállomány sűrűségétől. A sűrű növényállományokban (gabonafélék, lucerna stb.) a talajpárolgás a transpirációhoz képest elhanyagolható. A ritkább növényállományokban nő az evaporáció, s minél nagyobb a szabad talajfelület, annál nagyobb részét teszi ki az evapotranspirációnak (Antal—Posza, 1967).

Az evaporáció e kísérletek során is úgy viselkedett, amint azt dolgozatunk korábbi, az evapotranspirációról írott fejezetében, illetve régebben közölt tanulmányunkban (Füri—Kozma, 1971) ismertettük.

A transpirációnak a tenyészidő folyamán viszont határozott menete van. Április hónapban elhanyagolhatóan kicsiny, az erősebb párologtatás csak május közepe után indul meg. A transpiráció maximumának időpontja megegyezik a potenciális evapotranspiráció legmagasabb értékeivel, és ez július—augusztus hónapokra esik. Tulajdonképpen csak ebben a két hónapban és szeptember első felében haladja túl a transpiráció az evaporációt.

A potenciális transpiráció jól követi a PET menetét, különösen az intenzívebb növénypárologtatás idején (VI—IX.). Ez nyilvánvaló, hiszen optimális

II. TÁBLÁZAT

Az optimális evapotranspiráció, a potenciális transpiráció és az evaporáció mm- és %-értékei a fenológiai fázisokban és a teljes tenyészidőszakban

OET = optimális evapotranspiráció, PT = potenciális transpiráció, E = evaporáció

Fajták, fenofázisok	mm			%		
	OET	PT	E	PT	E	
Afúz	R - V	90,0	21,3	68,7	24	76
	V - ZS	248,7	147,8	100,9	59	41
	ZS - SZ	132,9	89,5	43,4	67	33
	SZ - L	40,1	20,7	19,4	52	48
	IV - X.	548,7	279,1	269,6	51	49
Glória	R - V	83,3	16,4	66,9	20	80
	V - ZS	186,6	102,0	84,6	55	45
	ZS - SZ	122,5	81,4	41,1	66	34
	SZ - L	75,1	37,9	37,2	51	49
	IV - X.	510,4	240,8	269,6	47	53
Olimpia	R - V	82,8	18,2	64,6	22	78
	V - ZS	143,6	79,1	64,5	55	45
	ZS - SZ	94,5	53,3	41,2	56	44
	SZ - L	143,6	84,1	59,5	59	41
	IV - X.	505,7	236,1	269,6	47	53
Pannonia	R - V	78,7	11,1	67,6	14	86
	V - ZS	154,4	70,9	83,5	46	54
	ZS - SZ	107,9	69,0	38,9	64	36
	SZ - L	78,2	34,0	44,2	43	57
	IV - X.	458,9	189,6	269,3	41	59
Szőlőskertek	R - V	81,0	13,4	67,6	17	83
	V - ZS	146,6	64,3	82,3	44	56
	ZS - SZ	98,9	60,0	38,9	61	39
	SZ - L	78,5	34,3	44,2	44	56
	IV - X.	444,4	175,1	269,3	39	61

vízellátás esetén a transpiráció csupán a levegő párologtatóképességétől és a növényi tulajdonságoktól függ. Előbbinek köszönhető a megközelítően azonos menet, míg utóbbi a két abszolút érték közötti eltérést eredményezi.

Az evaporáció jelentős része az evapotranspirációnak, de a tenyészidőszak folyamán a kettő aránya, elsősorban a transpiráció változása miatt eltérő (II. táblázat). Ugyancsak eltér ez az arány a különböző fenológiai fázisokban és a fajták között is. A kisebb vízigényű fajtáknál (Szőlőskertek, Pannónia) csupán a zsendülés-szüret fázisban haladja túl a transpiráció az evaporációt (transpiráció 61—64%, evaporáció 39—31%). A többi fázisban az evaporáció

III. TÁBLÁZAT

1 m² levélfelület átlagos napi transpirációja literben

Fenofázis	A	G	O	P	SZ
R - V	1,1	1,1	0,9	0,7	0,9
V - ZS	1,7	1,7	1,4	1,5	1,4
ZS - SZ	1,1	1,4	1,4	1,7	1,4
SZ - L	0,7	0,7	0,6	0,9	0,6
R - L	1,15	1,22	1,08	1,20	1,08

van túlsúlyban, különösen a tenyészidő kezdetén (rügyfakadás után), amikor ez az arány 83—86%, vagyis a transpiráció mindössze 14—17%-át teszi ki a vízfogyasztásnak. A nagyobb vízigényű Afuz fajtánál már a virágzás után meghaladja a transpiráció talaj által elpárologtatott vízmennyiséget.

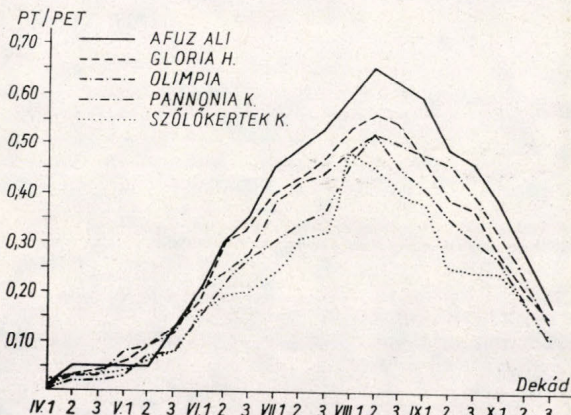
A vizsgálatok során kétségteljesen bebizonyosodott, hogy az egyes fajták vízigénye nem azonos. Az azonban nem derült ki, hogy a különbségeket tulajdonképpen mi okozza. Az egyes fajták eltérő lombfelület-nagysága, vagy esetleg a fajták között fennálló egyéb eltérő tulajdonságok. Vizsgáljuk meg ezért a levélfelület-mérések adataiból az egységnyi levélfelület transpirációs értékeit. A III. táblázat 3 év (1971—73) átlagértékei alapján mutatja be a különböző fenológiai fázisokban az 1 m² levélfelület által elpárologtatott átlagos napi vízmennyiségeket, literben. Az értékek fajtán belül az egyes fenológiai fázisokban és a fajták között is igen változók. Valamennyi fajtánál a rügyfakadás-virágzás és a szüret-lombhullás fázisban a legkisebb a transpiráció. A másik két fázisban jóval nagyobb, különösen a virágzás-zsendülés időszakban. A teljes tenyészidőben az egységnyi levélfelület által elpárologtatott átlagos napi vízmennyiség az összes fajtáknál 1,08 és 1,22 liter között mozog. A legkevesebb vizet párologtató Olimpia és a legtöbbet transpiráló Gloria fajta között, a korábban legnagyobb vízigényűnek megismert Afuz középső helyet foglal el. Ezek a számértékek azt bizonyítják, hogy a vízigényben mutatkozó különbségek elsősorban a különböző nagyságú lombfelületeknek köszönhetőek. Legdúsabb lombzatúak az Afuz tőkék, s bár az egységnyi levélfelület transpirációja csak közepes, éppen a nagy zöldtömeg miatt a vízigény a legnagyobb. A Pannónia fajtánál az elpárologtatott vízmennyiség nagy, 1,20 liter, de a viszonylag kisebb zöldtömeg miatt vízigénye az öt fajta közül majdnem a legkevesebb. Az egyes fajták eltérő tulajdonsága okozza, hogy az egységnyi levélfelület által elpárologtatott összes vízmennyiség a teljes tenyészidőszakban 200 és 226 liter között változik, ami több mint 10%-os eltérést jelent.

Bár az egységnyi levélfelületről történő transpirációs vízmennyiség, amely elsősorban a fajták eltérő párologtatására mutat rá, a vízháztartás értékes muta-

tója, mégis akár a vízigény, akár az öntözővíz-szükséglet megállapításánál minket elsősorban a gyakorlatban jobban hasznosítható teljes vízfogyasztás érdekel.

A relatív evapotranspiráció és relatív transpiráció

Az evapotranspiráció relatív értéke, amely adott növényfajra és fajtára jellemző számérték, a tenyészidőszak folyamán változik, de az egyes években a növény azonos fejlődési szakaszában közel azonos az értéke (Posza—Tóth, 1970, Antal, 1972, Stollár, 1973). Ezért a $k_1 = \text{OET}/\text{PET}$ együtthatót növénykonstansnak is nevezhetjük, amely azt fejezi ki, hogy a potenciális evapotranspiráció hányad részét vagy hány százalékát teszi ki az optimális evapotrans-



3. ábra. A relatív transpiráció dekádértékeinek menete

pirációnak. Hasonló megfontolásból képezzük a $k_2 = \text{PT}/\text{PET}$ hányadosot, amelyet relatív transpirációnak nevezünk.

A relatív evapotranspiráció értéke a tenyészidőszak kezdetén valamennyi vizsgált szőlőfajtnál magas, ami az evaporáció viszonylag nagy értékeivel magyarázható. Általában rügyfakadás után csökkennek a k_1 hányadosok, majd a virágzás-zsendülés szakasz előtt és után fokozatos növekedést mutatnak. A legnagyobb relatív vízigény mind az öt fajtánál július végén és augusztus hónapban jelentkezik. A nagy vízfogyasztású Afuz k_1 értéke tartósan 0,90 körüli, tehát megközelíti a levegő párologtatóképességét. A kis vízigényű Szőlőskertek fajta legmagasabb k_1 értéke 0,75, de tartósan nem éri el még a 0,70-et sem.

Az evaporációt, mint zavaró tényezőt kiküszöbölhetjük, ha a relatív transpirációt vizsgáljuk (3. ábra). A relatív transpiráció a tenyészidő kezdetén nulla körüli értékről indul, majd a lombfelület növekedésével fokozatosan emelkedik. A maximumot mind az öt fajtánál augusztus első, illetve második dekádjában éri el. Ez azt jelenti, hogy az érési időtől, a fenológiai fázisoktól többnyire függetlenül, a legnagyobb relatív vízfogyasztás augusztus hónapban jelentkezik, abban az időszakban, amikor a tőkék kondíciója a legjobb, a lombfelület a legerősebb. A maximális relatív transpiráció nem azt jelenti, hogy a szőlő vízigénye is a legnagyobb, csupán azt, hogy a levegő párologtatóképességéhez viszonyítva ebben az időszakban a legerőteljesebb a transpiráció. Az augusztus elejei maximális érték elérése után a vizsgált összes szőlőfajta relatív vízfogyasztása a vegetáció végéig fokozatosan és egyenletesen csökken.

Amennyiben a relatív transpiráció dekádértékeit minden évben külön-

külön vizsgáljuk, úgy azt tapasztaljuk, hogy ez az érték sem konstans, de közel sem olyan nagy a szóródása, mint az abszolút értékeknek (evapotranspiráció, transpiráció), vagy akár a relatív evapotranspirációnak. A növénykonstans valójában sohasem lesz konstans érték, mert bár a meteorológiai elemeknek a vízfogyasztásra gyakorolt közvetlen hatását a viszonszám alkalmazásával kiküszöböljük, az időjárás mégis befolyásolja a tőkék kondícióját, fejlődését és ezen keresztül — közvetve — a tőkék vízigényét is. További változásokat okozhat a relatív transpiráció értékeiben az is, hogy évelő növényekről van szó. A tőkék időben különböző fejlődésével, elöregedésével és még számos más tényezővel kell számolnunk, amelyek évről évre befolyásolják a szőlőtőkék vízigényét és a vízfogyasztás dinamikáját.

IRODALOM

- Antal, E.* 1965: Az öntözéssel kapcsolatos hő- és vízháztartás-mérések célja és várható eredményei. *OMI. Beszámoló az 1964-ben végzett tudományos kutatásokról*, II. rész. Budapest.
- Antal, E.* 1968: Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján. Kandidátusi értekezés.
- Antal, E.* 1972: Meteorológiai modell az öntözési időpont előrejelzésére. *OMI. Beszámoló az 1969-ben végzett tudományos kutatásokról*. Budapest.
- Antal, E. — Posza, I.* 1967: A kukoricaállomány evapotranspirációjának jellemzői. *OMI. Beszámoló az 1966-ban végzett tudományos kutatásokról*, Budapest.
- Busin, P. M.* 1960: Potreblenie vodü vinogradnoi lozj v otdel'nie fazü vegetacii. Vinodelie i Vinogradarsztvo SZSZSZR. 5:28-30.
- Füri, J.* 1968: Az öntözés hatékonyságának vizsgálata a szőlőtermés hozamára és annak minőségére. *Öntözéses Gazdálkodás*, VOL VI. No. 1. Szarvas.
- Füri, J. — Kozma, F.* 1967: Vizsgálatok az öntözésnek a szőlő állományklímájára gyakorolt hatásáról. *Öntözéses Gazdálkodás*, VOL. V. No. 2. Szarvas.
- Füri, J. — Kozma, F.* 1971: Öntözött és öntözetlen szőlőállomány vízháztartása. *Szőlő- és Gyümölcsstermesztés*, VOL. VI. Budapest.
- Füri, J. — Kozma, F.* 1972: Az öntözés hatása a szőlőállomány energiaforgalmára. *Szőlő- és Gyümölcsstermesztés*, VOL. VII. Budapest.
- Füri, J. — Kozma, F.* 1972: Energiehaushaltuntersuchungen in berieselten Weingärten auf Sandboden. Meteorologische Probleme der Bodennahen. *Heftchrift Seminar*, Kosice 1971.
- Hegedűs, Á.* 1963: A szőlő levélfelületének mérése. *Szőlészeti Kutató Intézet Évkönyve*, 12.
- Kádár, Gy.* 1973: Borászat. Mezőgazdasági Kiadó.
- Kozma, P.* 1961: A csemegeaszőlő. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kozma, P.* 1964: Szőlőstermesztés I. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Posza, I. — Tóth, E.* 1970: A potenciális evapotranspiráció, a vízszükséglet stb. *OMI. Beszámoló az 1968-ban végzett tudományos kutatásokról*, Budapest.
- Schmütthenner, F.* 1907: Untersuchungen über die Transpirationsgrösse von Europäerreben und Amerikaner-Unterlagen im Vergleich mit den wurzelechten Europäerreben. *Ber. d. Lehranstalt*, Geisenheim.
- Stollár, A.* 1973: Vízháztartás-vizsgálatok almaállományban. *OMI. Beszámoló az 1970-ben végzett tudományos kutatásokról*, Budapest.

Evaluation of Evapotranspiration of Rice by Empirical Methods.

A. V. SURYA RAO, V. K. VAMADEVAN, D. C. ASTHANA, and B. B. NAYAK

Central Rice Research Institute, Cuttack India

A rizs evapotranspirációjának számítása empirikus módszerekkel. A szerzők rizsállomány 3 éven át mért adatait összehasonlítják a különböző empirikus és fél-empirikus formulákkal számított értékekkel, dekádankénti bontásban (1. táblázat). A 2. táblázat a mért és számított értékek közötti kapcsolat erősségének fokát dokumentálja.

✱

Introduction

Estimation of evapotranspiration (ET) is imperative in the assessment of the consumptive use of water by crops at various stages of growth. These figures are arrived at, either by experimental determination or by employing empirical formulae. However, very little effort has been made to determine these values with regard to rice. Even though a number of empirical formulae have been reported for arriving the potential evaporation from soil surface saturated with moisture as in rice fields, little attempt have been made to correlate, the same, with actual evapotranspiration values obtained from experimental determinations. This study was undertaken to select the empirical formulae which furnish ET values nearer to the actual measured values of ET under rice field conditions.

Materials and methods

The study was conducted during the 1971, 72 and 73 dry seasons at the Central Rice Research Institute, Cuttack a typical rice growing area in Mahanadi Delta. The annual precipitation is 1500 mm. The elevation is 23.8 meters and it is situated at 20.5°N latitude and 86°E longitude.

The ET was measured using galvanised iron tanks having a measurement of 50 cm diameter and a depth

of 80 cm embedded in the centre of the rice field. Daily measurements of ET were made at 8 A. M. together with the measurements of precipitation. All the data on meteorological elements were taken from the observatory which is situated 100 yards from the experimental field. Estimations of potential evaporation were done with the following formulae: *Blaney and Criddle* (1950); *Christianson* (1966); *Ivanov* (1950); *Penman* (1948); *Thornthwaite* (1948) and *Hedke* (1924).

Results and discussions

Estimations of ET by the various formulae at 10 day intervals are presented in *Table I*. It can be seen that discrepancies in data calculated by various formulae were almost the same when the monthly values were compared. The correlation co-efficient at 10 day intervals with measured ET is presented in *Table II*. It might be seen that in all the three seasons *Christianson* and *Penman* formulae for estimating ET were strongly correlated with the observed values. *Blaney* and *Criddle* formula did not show any significance in any of the seasons but *Ivanov* formula showed a correlation co-efficient of measured value at 5% level in 1973 only.

The best method from the practical point of view is one which can be worked out with the data already at hand. The formula suggested by *Christianson* requires values of solar radiation, temperature, wind velocity, relative humidity and elevation co-efficients. Once the crop co-efficient are determined under a cultivation system, it need not be estimated every year.

TABLE I.

Ten day-values of evapotranspiration estimated by empirical methods and measured values (in mm)

Th. = Thornthwaite, Ch. = Christianson, Bl. Cr. = Blaney and Criddle

Time	Measured	Th.	Hedke	Ivanov	Penmann	Ch.	B. Cr.
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Rabi, 1971.</i>							
February	40.0	26.83	49.90	27.99	31.36	25.42	54.69
	2.	46.0	26.65	49.60	40.42	40.11	28.97
	3.	37.0	53.85	54.60	35.19	41.30	27.91
March	1.	53.0	106.15	64.60	60.33	47.18	44.37
	2.	56.0	104.00	64.20	70.79	51.45	48.57
	3.	65.0	125.30	68.00	61.94	64.33	58.79
April	1.	70.0	100.55	63.10	49.90	59.71	59.12
	2.	73.0	83.80	59.70	38.62	59.78	53.06
	3.	73.0	90.85	61.20	48.27	58.80	52.62
May	1.	64.0	117.80	58.32	60.55	56.07	66.36
<i>Rabi, 1972.</i>							
February	1.	41.10	11.07	36.60	39.57	28.28	26.75
	2.	48.30	20.70	45.70	29.97	36.26	27.82
	3.	52.30	49.10	60.80	52.64	47.46	34.08
March	1.	64.40	51.83	58.70	39.69	47.25	40.47
	2.	65.10	62.90	62.30	44.06	52.50	46.91
	3.	71.30	67.27	63.50	43.24	55.30	47.42
April	1.	67.60	72.13	63.80	51.38	52.64	55.06
	2.	71.20	70.83	63.80	43.72	55.16	53.31
	3.	79.80	90.83	69.90	49.59	69.93	58.67
May	1.	81.10	106.93	63.99	57.30	67.20	68.66
<i>Rabi, 1973.</i>							
February	1.	42.80	32.70	49.90	49.05	31.71	28.47
	2.	52.30	31.53	49.10	48.30	34.79	30.21
	3.	59.00	33.77	52.10	45.32	36.75	29.99
March	1.	56.10	41.73	57.50	53.29	43.05	35.22
	2.	56.00	40.13	56.50	45.97	45.36	38.13
	3.	61.70	46.67	56.80	47.85	47.81	44.28
April	1.	71.80	53.43	60.60	58.04	46.55	45.10
	2.	71.00	57.03	62.40	61.64	54.88	55.43
	3.	-	-	-	-	-	-

In evaluating the above methods, one must bear in mind that the majority of irrigation engineering practices are based upon approximation of the actual phenomena. The complete evaluation of the phenomenon may be scientifically possible. But the benefit to be derived from such an elaboration

cannot be justified from the cost (in terms of money and time spent) incurred, it cannot be considered as economically justifiable. At this point the irrigation engineer is faced with the task of making "the most proper approximation" of the phenomenon by certain assumption.

TABLE II.

The relationship of measured ET to estimated values

* Indicates significance at 5% level. ** Indicates significance at 1% level.

	Dry seasons.		
	1971	1972	1973
1. Blaney and Criddle	-0.2343	0.2290	0.2088
2. Christianson	0.8772**	0.9518**	0.8470**
3. Hedke	0.6411	0.8795**	0.8536**
4. Ivanov	0.4059	0.5874	0.6745**
5. Penman	0.7984**	0.9618**	0.8369**
6. Thornthwaite	0.6925*	0.9638**	0.8817**

In conclusion the estimations of ET by different empirical formulae and their closeness of the actual ET was found to be in this order: *Christianson*, *Penman*, *Hedke*, *Thornthwaite* and *Ivanov*. *Blaney-Criddle* formula did not show any significance in any of the seasons in this location. Hence, ET estimation by any of the formulae except *Blaney-Criddle* serve useful purpose in irrigation practices as an index of rice ET if necessary adjustments of co-efficients for the rice growing season and culture are known. Within the scope of technical operations of irrigation project, the error in the estimated value of ET by the formulae for the evaluation of ET is perfectly admissible, both because of statistical nature of the data and its magnitude, when compared with the conveyance losses, percolation and over irrigations in the rice field.

Summary

Evapotranspiration of rice was measured by lysimeter tanks and compared with the ET values estimated by the different empirical and semi-empirical formulae. The estimation of ET by the formulae of *Christianson*, *Penman*, *Hedke*, *Thornthwaite* and *Ivanov* gave good monthly and seasonal values in a descending order considering the magnitude of transportation losses, drainages and over irrigations in the rice field, the error

in the ten day intervals and seasonal values was not significant. Therefore, any of the above formulae can be used for estimating the ET of rice according to availability of data at hand.

Acknowledgement

The authors express their sincere appreciation to *Dr. S. Y. Padmanabhan*, Director, Central Rice Research Institute, Cuttack for going through the manuscript and for giving useful suggestions.

REFERENCES

- A guide for estimating irrigation water requirements*, July, 1971, Water management division, Ministry of Agriculture, New Delhi, pp. 8-9.
- Blaney, H. F. and Criddle, W. D. (1950)*. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. USDA Agr. Soil Conser. Serv. Techn. Bull. 1275:1-59.
- Christianson, J. E., (1966, 69)*. Estimating pan evaporation and ET from climatic data. ASCE Conf. Las Vegas and Proc. 7th Con. on Irrig. and Drain. Mexico.
- Dastane, N. G. (1967)*. A practical manual for water use research pp. 43-58.
- Hedke (1924)*. Cited by Oliver (1961), Oliver, H. (1961) Irrigation and climate. Edward Arnold Ltd. London, p. 250.
- Ivanov, N. N. (1959)*. Karta isparjajemosti v ravninnoj csasti SSSR. Utsennyje zapiski L. G. U. No. 269, Klimatologija. Ser. Geograf. Nauk. Vyp. 13.
- Penman, H. L. (1948)*. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London. Ser. A. 193:120-145.
- Thornthwaite, C. W. (1948)*. An approach towards a rational classification of climate. Geog. Rev. 38:55-94.

ACTA GEOGRAPHICA DEBRECINA, Acta Universitatis Debreceniensis de Ludovico Kossuth nominatae. Series Geographica, Geologica et Meteorologica, Tomus Seriei XII. (A Debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem kiadványainak Földrajzi, Földtani és Meteorológiai sorozata; szerkesztette *Borsy Zoltán*, *Justyák János*, *Kulcsár László* és *Székényi Fua Vilma* közreműködésével *Kádár László*, Debrecen 1974, 164 B/5 oldal).

A debreceni egyetem Actá-inak XIX kötetében a földrajzi-földtani és meteorológiai sorozat 1974-ben is számos, tisztán meteorológiai, vagy meteorológiai vonatkozású egyéb (hidrológiai, öntözési, eróziós) tanulmányt közöl.

G. P. Dubinsky – *A. R. Konstantinov*: "An investigation of hydrometeorological conditions of irrigated fields with the aim of determining optimum rates and periods of watering") Az öntözött területek hidrometeorológiai viszonyainak vizsgálata az öntözés optimális mennyiségének és idejének meghatározására; 15–25. oldal) címen közölt tanulmány ugyan nem hazai kutatásról számol be, de eredményei – értelemszerűen – nálunk is hasznosíthatók, hiszen Ukrajna mezőgazdasági területei az ott jelentkező problémák alaptermészetét tekintve alig különböznek a mi Alföldünkötől. A fenológiai fázisok szerint kiszámított, a talaj vízellátottságát is figyelembe vevő öntözővízmennyiség-normák térbeli változásának értékét is megadja Ukrajna egész területére. Hasznosan segíti ez a munka 700 ezer hektár öntözött mezőgazdasági területnek 7–8 millió hektárra növelését.

Négy jelentős hazai tájunk (Nyírség, Duna – Tisza köze, Belső-Somogy, Maros – Körös törmelekkúp) takaróját alkotó homokszemek kopásvizsgálatának eredményeit adja közre *Borsy Zoltán* „Attritional studies on blown-sand grains” c. tanulmányában (29–52. oldal), amelyben közvetve jelentős szerepet tulajdonít hazánk szélklimájának s megállapításaiából – egy kissé önkényesen – kiemeljük azt az általa bebizonyított tényt, hogy a szélfújta homokszemek erősebben kopottak, mint a vízben görgetettek. A homoktakaró genetikájáról közölt sok érdekes és tudományos szempontból jelentős megállapítása nem tartozik e recenzió keretei közé.

Szabó József tanulmányában („An economically oriented evaluation of the physico-geographical properties of the district Edelény” – Az Edelényi járás fizikai-földrajzi sajátosságainak elemzése közgazdasági szempontból, 53–73. oldal) nagyon jó, a téma megkövetelte terjedelmű és részletességű éghajlati áttekintést találunk. Midőssze azt jegyezzük meg, hogy a 68. oldalon közölt csapadéktáblázat adatai nem „Magyarország éghajlati atlasza” II. kötetéből, hanem *Hajósy F.*: „Magyarország csapadékvizsgálata” c. (Budapest, 1952) kiadványból származnak.

Végül két meteorológiai tárgyú tanulmány tarthat számot a meteorológus olvasó érdeklődésére. Az egyik *Justyák János*: „Investigation of the relations existing among the thermalbalance components and meteorological elements at Debrecen” (A hőháztartás komponensei és a meteorológiai elemek közötti kapcsolat Debrecenben, 115–126. oldal) című annak a még ma is fennálló nehézségnek az áthidalását segíti, hogy a hőháztartás komponenseinek mérése terepen igen körülményes, költséges s a kapott eredmények mégsem azonos értékűek az éghajlati adatokkal, mert ezek 30–50–70 vagy még több éven át végzett mérések eredményeit reprezentálják. *Justyák János*nak a tanulmányban közölt módszere alkalmas arra, hogy ezt az említett hátrányt a csapadék és a párolgás hosszú sorainak a felhasználásával a lehetséges mértékben kiküszöbölje.

Hasonló céllal készült a második tanulmány (*Justyák János* – *Tar Károly*: Investigations on the ratio of direct and global radiation amounts – A közvetlen és a globál sugárzás értékei közötti arány, 127–148. oldal) első része, amely a sugárzási arány értékeinek meghatározását adja vízszintes felületen és déli lejtőn (a második rész az Időjárásban jelent meg, amelyben a vízszintes felszínen, mint vonatkozási síkon kívül a keleti és nyugati lejtőkre jutó közvetlen és globálisugárzás arányát határozták meg, 78. évf. 4. szám, 228–234. oldal). Mindkét tanulmányban hangsúlyozzák a szerzők, hogy a bemutatott módszer az elméleti megfontolások és a természetben nagy számban elvégzett mérések tükrében ellenőrizve sem ad a tényleges értékekkel azonos eredményt, mégis jól használható mindaddig, amíg a sugárzási komponenseket kiterjedten, folyamatosan és megbízhatóan mérni nem tudjuk. Egyet kell értenünk a szerzőkkel.

Záró megjegyzésünk: a szép kiadvány értékét (Alföldi Nyomda, Debrecen) jelentősen növelné, ha anyanyelvünk legalább a tanulmányok címének, de – talán nem kívánunk sokat – még rövid összefoglalásának következetes közlésében is szerepet kapna.

Kéri Menyhért

A sorozat legújabb kötetét a szerkesztő professzor legújabb jelentős tanulmánya a „Precipitation patterns of the Earth” (A Föld csapadékrendszerei) című vezeti be. Előrebocsátva, hogy mivel az időjárás vagy éghajlati viszonyok kontinentális, esetleg globális kiterjedését (tér- és időbeli eloszlását, változásait) tárgyaló, magyar szerzőtől származó munka csak itt-ott mutatóba akad, csak ezért fenntartás nélküli dicsőretet érdemel ez a tanulmány. De ha mellőzzük ezt, a mű tartalmi súlyát kellően nem értékelő szempontot, akkor is jelentős — pl. a WWW-ben és a GARP-ban is megtestesülő —, ma szerveződő, de eredményeket csak a jövőben produkáló világméretű meteorológiai kutatás szempontjából is előremutató munkának ítélnéljük. Tovább növelheti a nagyra értékelés lehetőségeit, hogy a szerző azt az éghajlati elemet analizálja földi méretben, amely a legkorszerűbb adatgyűjtő és -feldolgozó tevékenység számára is szinte kizárólag csak felszíni (mégpedig szárazföldi) anyagot tud nyújtani számszerű formában. Hiszen a csapadék vertikális alakulásáról (eloszlásáról nem is beszélve) minőségi mutatókon kívül szinte semmit sem tudunk. Így sokáig meg kell elégednie még a legigényesebb meteorológiai kutatásnak is a felszíni csapadék-adatokkal.

A globális csapadékstruktúra eddig ismert legáltalánosabb jellemzőin túl (évi mennyiség, téli-nyári eloszlás) a tanulmányban megtaláljuk az évi csapadékmennyiség-fokokozatok övezetenkénti abszolút és relatív területi kiterjedését, a csapadék éven belüli erős és gyenge koncentrációjának (a legcsapadékosabb hónap az évi összeg százalékában) területeit. Elkülönbíti a legcsapadékosabb és legszárazabb évszakok alapján 12 formális, majd a termikus évszakok szerint 8 genetikuss csoportba sorolva Földünk csapadékrendszereit. A bennünket leginkább érdeklő 20° keleti hosszúság mentén keletre és nyugatra 10—10°-os kiterjedésű területen Afrikát is belevonva (65° N és 35° S szélességek között) bemutatja a csapadék területi-átlag izopletáit. A tanulmányt 7 táblázat és 6 ábra teszi gyakorlatilag hasznosíthatóvá, illetve szemléletesé.

Érdekes, izgalmas és főleg gondolatébresztő ez a legújabb Péczeley-tanulmány. Az olvasó — még akkor is, ha „csak” recenzor és nem bíráló — számos olyan problémára bukkan benne, amelyek minden ilyen természetű munkára jellemzően abból fakadnak, hogy a kutatók nem képesek a jelenségeket, amint ebből a tanulmányból is láthatjuk, földi méretben tárgyalva a természetben összetetten (nemcsak termikusan, hanem az általános cirkuláció, a felszín minőségi különbségei — óceán-szárazföld, hó-jég-víz stb. — szerint is sokszorosan összetett) megjelenő csapadékstruktúrát ennek az összetett jellegnek megfelelő adekvát módszerekkel és eszközökkel elemezni. Csak egy példát erre. Az egyik ábrán globális méretben szemléltetve igen meggyőző képet kapunk a csapadék éven belüli erős és gyenge koncentrációjának térbeli eloszlásáról. Ha azonban ebből a képből mintegy kivágatként kiemeljük Európát, akkor azonnal kitűnik, hogy az északnyugat-európai térség (Brit-szigetek, Dél-Norvégia, az atlanti part 2—300 km-es sávja le egészen Spanyolország közepéig) ún. gyenge csapadék-koncentrációjú területe aligha tekinthető genetikailag azonosnak a Pannón-Szlóven, a Dél-Ukrán vagy Aral környéki szintén gyenge koncentrációjú területek bármelyikével. Ismétlem — amikor erre a „kinagyított” kérdésre irányítom a figyelmet —, hogy az ilyen jelenségek további elemzéséhez a megfelelő módszerek többé-kevésbé, az eszközök pedig szinte kivétel nélkül mindig hiányoznak.

A sorozatban közölt további tanulmányok részben Magyarország éghajlatának újabb részleteivel ismertetnek meg bennünket (*Kiss Á. — Károssy Cs.*: Charakteristiken der Tagesschwankung der Temperatur auf dem südlichen Teil der Ungarischen Tiefebene. 19—46. old.), illetve az éghajlattal összefüggésben egy sajátos talajjavítási (*Juhász J. — Dzubay M.*: The soil conditions of the physical landscapes of the Southern Great Plain with special regard to the possibilities of soil amelioration. 47—60. old.) és rizstermesztési-trágyázási vizsgálat (*Boros J. — Bárányi I.*: Data concerning maximum temperatures in variously fertilized ricecrop. 61—74. old.) eredményeit mutatják be, igazolva ezáltal is azt, hogy a JATE Éghajlattani Intézete továbbra is követi a hagyományos irányvonalat: az alap kutatás mellett jelentős súlyt helyez a népgazdaság különböző ágaihoz kapcsolódó meteorológiai kérdések tisztázására.

Kéri Menyhért

A CIMO LÉGSZENNYEZŐDÉSI MUNKACSOPORTJÁNAK ELSŐ ÜLÉSE

A Meteorológiai Világszervezet „Műszerek és Megfigyelési Módszerek Bizottságának” (angol rövidítése: CIMO) Légszennyeződési Munkacsoportja első ülését 1974 december 9–13. között Genfben tartotta. A munkacsoportot a CIMO hatodik ülésén, Helsinkiben (1973. aug.) alakították meg azzal a céllal, hogy figyelemmel kísérje a légszennyeződések mérésére szolgáló mérési és megfigyelési módszereket, eljárásokat dolgozzon ki a WMO háttér-állomásain használatos mintavételek és analízisek hitelesítésére és egységesítésére (pl. összehasonlító mérések útján), valamint elkészítse az összes, a tárggyal kapcsolatos kézikönyvet és oktatási anyagot. A munkacsoport tagjai a következők: *Thompson, R.* (USA, elnök), *Avdujesin, S.* (Szovjetunió), *Gichuiya, N.* (Kenya, Tanzánia, Uganda), *Mészáros E.* (Magyarország), *Pearman, G.* (Ausztrália), *Pontikis, C.* (Franciaország), *Rönické, G.* (NSZK).

Az első ülésen a tagok teljes létszámban megjelentek. A WMO titkársága részéről a megbeszélések en *G. W. Kronebach* és *W. Young* vett részt. Jelen volt még *A. Köhler*, a WMO légszennyeződési konzultása is. Az érdemi napirendi pontok a következők voltak:

1. Légköri komponensek új mérési eljárásai.
2. A mérési technika hitelesítése és egységesítése.
3. A kémiai analízisek összehasonlítása.
4. Útmutatás készítése a levegő és a csapadék kémiai komponenseinek mintavételére, analízisére.
5. A „CIMO Guide” háttér-szennyeződések mérésével kapcsolatos fejezetének megbeszélése.
6. A háttér-szennyeződések mérésének oktatási tantervének kidolgozása.

A napirendi pontok keretében a következő megállapodások születtek:

1. A munkacsoport azon légköri komponensek mérésével foglalkozik, amelyek a klímát közvetlenül vagy közvetve befolyásolják, illetve háttér-területeken az odaszállított szennyeződések indikátorai. E komponensek mérésére szolgáló módszerek áttekintése keretében *Pearman* beszámolt azokról a nehézségekről, amelyek a szén-dioxid mérésekor a hitelesítő „standard”-okkal kapcsolatosak. Így többek között megemlítette, hogy a kalibrálás eredményei a CO₂-t hordozó gáz összetételétől is függenek, *Thompson* ismártette az ózon kimutatására szolgáló lumineszcenciás módszereket, majd *Mészáros* a membránszűrőn felfogott aeroszol-részecskék optikai és elektronmikroszkópos kimutatásának lehetőségeit foglalta össze. A légköri ammónia analízisére, a munkacsoport tag-

jainak tudomása szerint, az utóbbi időben nem dolgoztak ki új módszereket. Hasonló a helyzet a kén-dioxiddal is, azzal a különbséggel, hogy *Georgii* professzorintézetében (Frankfurt a. M., NSZK) most folyik egy új kemilumineszcenciás eljárás kipróbálása. Az NO_x mérésénél is ilyen típusú módszerek tekinthetők korszerűnek és megbízhatónak.

2. A CIMO VI. ülésén az USA felajánlotta, hogy a WMO-tagok számára lehetővé teszik a műszerek és analízisek megfelelő „standard” eszközökkel és eljárásokkal való összehasonlítását, valamint a személyzet kiképzését. A munkacsoport elnöke részletesen tájékoztatta a tagságot elképzeléseikről. Ezek szerint az USA a csapadékkémiai analízisek ellenőrzésére standard oldatokat küld, erőfeszítéseket tesz új módszerek kidolgozására (elsősorban a fémnyomok kimutatásával kapcsolatban), kiképzzi a WMO-tagországok által az „Environmental Protection Agency”-be küldött szakembereket, konzultációs szolgálatot tart fenn stb.

3. A munkacsoport átnézte az 1973 novemberében az NSZK-ban tartott kén-dioxid munkaértekezletről készített beszámolót, amelyben bizonyos módosításokat javasolt. Megállapította, hogy az SO₂ kimutatása 5 µg/m³-nél kisebb koncentrációk esetén közel sem megoldott kérdés. A munkaértekezleten standard oldatokkal végzett összehasonlítások azt mutatják, hogy az alapvető problémát nem a kémiai analízis, hanem a mintavételi technika jelenti. Végül a résztvevők felvetették azt a gondolatot, hogy a WMO háttér-állomásain nem az SO₂-t, hanem esetleg az ún. totális kén-koncentrációt kellene mérni. Az SO₂-munkaértekezlet anyagát megfelelő nemzetközi folyóiratban publikálják.

Ezután *Pontikis* az 1974. december 2–8. közötti nitrogén-oxid munkaértekezlet előzetes eredményeit ismertette. A franciaországi Chamrousse-ban tartott összehasonlításra Franciaország, Norvégia és Svédország szakemberei vettek részt, míg Ausztrália megfigyelővel képviseltette magát. A munkaértekezleten elnyelhető oldatos, impregnált szűrős és kemilumineszcenciás módszereket hasonlítottak össze. Az eredmények a kis koncentrációk miatt (NO₂ esetén 1,6 µg/m³ alatt) meglehetősen bizonytalanok. A legjobb minőségi egyezést a francia és norvég elnyelhető oldatos eljárás mutatta. A SO₂-höz hasonlóan ez esetben is azt a végső következtetést lehet levonni, hogy az eltéréseket elsősorban a mintavételi módszerek különbségei okozzák.

Kronebach tájékoztatása szerint 1975-ben a WMO CO₂ munkaértekezletet tervez, amelyet

márciusban Kaliforniában fognak megtartani. Szerepela tervek között egy konferencia is, amelyet 1975 második felében Kanadában rendeznek. Ennek a programja a száraz és nedves üledéssel kapcsolatos kérdések megtárgyalása lesz. A konferencia keretében, többek közt, megvitatják az USA-ban és Kanadában jelenleg folyó ilyen jellegű összehasonlító mérések eredményeit is.

4. A WMO Titkársága tájékoztatta a résztvevőket, hogy rövidesen megjelenik a háttérzennyeződés mérési útmutatójának második része, amely az ún. „base-line” és kiterjesztett programu regionális állomások feladatait tartalmazza. Javasolták továbbá a regionális állomások programjával foglalkozó első rész („WMO Manual № 299”) átdolgozását is. A munkacsoport megállapította, hogy a légkör homályosság mérését tárgyaló fejezetet sugárzási szakembereknek kell átdolgozniuk. A csapadékkémiai részeket a következő pontok szerint a munkacsoport tagjai írják át (zárójelben a munka felelőse): a) Általános bevezetés (*Pontikis, Mészáros*). b) Mintavételi eljárások (*Mészáros*). c) Analitikai módszerek (*Rönicke*). d) A kémiai analízisek minőségének biztosítása (*Thompson*). e) Az adatok bemutatása, elküldésének formája (ez nem lesz módosítva).

5. A „CIMO Guide” légszennyeződéssel foglalkozó fejezetének felosztása a következő lesz: a) Általános bevezetés; b) Egységek; c) A mintavételi helyek kiválasztásának problémái; d) Műszerek; e) Mintavételi eljárások; f) Az analízisek technikája; g) A mérések pontossága. A fejezet elkészítéséről a Titkárság gondoskodik. A munkacsoport tagjai ez esetben lektori szerepkört fognak ellátni.

6. A munkacsoport, részben *H. Tabának*, a WMO oktatásügyi részlege vezetőjének jelenlétében, megtárgyalta a regionális és globális léptékű légszennyeződés mérési technikája oktatásának kérdéseit. Megállapította, hogy ilyen tanterv igen nehezen illeszthető be a WMO-nál szokásos keretekbe. Nem csak egy új tantárgy bevezetéséről van ugyanis szó, hanem a kémiai alpműveltség megszerzése is elengedhetetlen. Az mindenesetre nyilvánvaló, hogy a kérdéssel foglalkozó (pl. az adatokat értékelő) meteorológusoknak levegőkémiai ismeretekkel is kell rendelkezniük. A másik lehetőséget a vegyészek meteorológussá való átképzése jelenti. A különböző problémákat figyelembe véve a munkacsoport a következőkben állapotodott meg. Elkészítettek egy olyan oktatási tervet, amely a IV. osztályú meteorológusok (észlelők) regionális háttér-mérésekre való kiképzését tartalmazza (homályosság mérése, csapadékminták gyűjtése, tárolása és kémiai analízisre központi laboratóriumokba küldése). A központi laboratóriumokban az analíziseket képzett vegyésztechnikusok végeznék. A laboratóriumok azonban lehetőleg a meteorológiai szolgálatok keretében legyenek.

Mészáros E.

EGERSZEGI SÁNDOR

1920—1974

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetének tudományos kutatója december 29-én 54 éves korában váratlanul elhunyt. Az 1956-ban Kossuth-díjjal jutalmazott értékes kutatási eredménye a gyenge termőképességű homoktalajok megjavításának módszere az ún. aljtrágyázási eljárás. Módszeréhez széles elméleti megalapozást dolgozott ki, amelyben a homoktalajok közismerten rossz *vízgazdálkodását* mint olyan adottságot vette figyelembe, amely érzékenyen reagál az éghajlatra (különösen a *csapadékvízviszonyokra*) s — igen logikusan — úgy fejlesztette elméletét, hogy ha e két bizonytalansági tényezőt sikerül kiiktatni, akkor a homoktalajok is a közepes vagy jó termőképességűek közé lesznek sorolhatók. Ezt az elméleti megalapozást kifejtő sok tanulmánya közül a két legjelentősebb, amely a meteorológiai feltételeket tárgyalja, az *Időjárás* elsőjében jelent meg 1952- és 1953-ban (56. évf. 7—8. szám 211—222. és 57. évf. 3. szám 145—157. oldal).

Amikor módszerének gyakorlati, nagyüzemi alkalmazása került előtérbe, tapasztalta, hogy meteorológiai alátámasztás nélkül szinte egyetlen lépést sem tehet. Orszentmiklóson agrometeorológiai obszervatórium rangját megközelítő meteorológiai állomást létesített, s személy szerint is tartotta a kapcsolatot az Országos Meteorológiai Szolgálattal, agrometeorológus kutatókkal. A Magyar Meteorológiai Társaságnak is hűséges, aktív választmányi tagja volt haláláig.

Egerszegi Sándorban szerencsésen ötvöződött a szakmájáért lelkesedő, azt mindenképp fölé helyező, de — vagy éppen ezért — a rokonszámokat is értékelő, művelő ember és a rokonszámok képviselőiben potenciális — sokan mondhatjuk: igazi — barátot lelő kutató. Munkásságának eredményeit művei örökítik meg, személyi értékeit barátai őrzik emlékeztükben.

Kéri M.

✱

ZOOMETEOROLÓGIAI DISSZERTÁCIÓ VITÁJA

Urbán László okleveles meteorológus, a gödöllői Agrártudományi Egyetem adjunktusa sok éven át folytatott zoometeorológiai kutató munkásságának eredményeit „Mikroklima vizsgálatok különböző típusú tojánházakban” címen összefoglaló kandidátusi értekezését 1975. január 13-án védte meg. A bírálók — *Kovács Ferenc* rektor, az állatorvostudományok doktora és *Tóth Márton* a mezőgazdasági tudományok kandidátusa — az értekezést olyan eredményeket tartalmazó műnek ítélték, amely

hozzájárulhat az utóbbi években kissé megtorpant nagyüzemi baromfityényszítés és tojástermelés ismételt fellendüléséhez. Számos hozzájárulás után a bíráló bizottság az értekezést egyhangúlag elfogadta és javasolta a TMB-nek, hogy Urbán Lászlót a mezőgazdasági tudományok kandidátusává minősítse.

Kéri M.



IONOSZFÉRA-MAGNETOSZFÉRA SZEMINÁRIUM DEBRECENBEN

A 3. ionoszféra-magnetoszféra szemináriumot az MTA Csillagászati Bizottságának szoláris-terresztrikus programok (STP) albizottsága és a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya (KASZ) szervezésében 1974. november 25–29-ig a debreceni Napfizikai Observatóriumban rendezték meg. A szemináriumon az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, az OMSZ Központi Légkörfizikai Intézete, az Áll. E. L. Geofizikai és ELTE Geofizikai Tanszéke, az MTA KFKI Kozmikus Sugárzási Laboratórium, a FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatórium, az MTA Csillagvizsgáló Intézete és végül a vendéglátó MTA Napfizikai Observatórium mintegy 45 szakembere vett részt, köztük az OMSZ részéről *Flórián Endre*, *Major György*, *Rimócziné Paál Anikó*, *Saikó János* és *Tánczer Tibor*. A szeminárium a Napfizikai Observatórium – ebben az évben elkészült – új, korszerű épületében zajlott le, ahol a napfizikai kutatások legújabb hazai és nemzetközi eredményeiről 29 előadás hangzott el. A beszámolóikban így főként azok a napfizikai, interplanetáris tér-, magnetoszféra-, ionoszféra- és meteorológiai vizsgálatok kaptak helyet, amelyek a napenergiának a légkört befolyásoló különböző hatásait és kölcsönkapcsolatait kutatják. Az OMSZ részéről *Flórián Endre* „A rádiós-távközlés ionoszféra kutatási igényei” és „A naptevékenység befolyása az ionoszférára”, *Saikó János* pedig „A Nap részecske-sugárzásának hatása a Föld alsó légkörére” címen tartott előadást.

A tudományos viták alkalmával az meggyőződés alakult ki, hogy több témában együttműködési lehetőség kínálkozik az egyes intézmények között, ami hatékonyabbá teheti a további kutatásokat.

A résztvevők nagy érdeklődéssel tekintették meg a Napfizikai Observatóriumot, ahol a műszereket és a kutatómunkát *Dezső Lóránt* igazgató ismertette.

A kitűnő technikai szervezéssel lezajlott szemináriumnak méltó befejezéséként a programot autóbusz-kirándulás, a békéscsabai ionoszféra állomás és a Napfizikai Observatórium gyulai megfigyelőállomásának meglátogatása gazdagította.

Saikó J.

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG VÁLASZTMÁNYA

1974. december 19-én tartotta évrzáró ülését. A napirenden elsőként a főtítkárr beszámolt a Társaság Elnöksége és a Szlovák Meteorológiai Társaság között lefolytatott megbeszélésekről, amelynek tárgya az 1975-ben közösen rendezendő IV. (XVIII.) Vándorgyűlés előkészítése volt. Hangsúlyozta, hogy a szlovák delegáció komplett, minden részletre kiterjedő írásbeli javaslata jelentős mértékben elősegítette a tervek egyeztetését, s ily módon az előkészítő bizottság munkája igen hatékony volt.

A választmány a beszámolót megvitatta, majd jóváhagyólag tudomásul vette, hogy a tudományos előadások „az agrometeorológia feladatai és problémái” témakörből hangzanak el. E témaválasztás is indokolja azt, hogy a helyszín Nyitra legyen, ahol a Mezőgazdasági Főiskola lesz a vándorgyűlés házigazdája, továbbá a tudományos programból is jelentős részt vállalnak az ott működő agrometeorológus, hidrometeorológus és mezőgazdasági szakemberek. A vándorgyűlés időpontja hagyományosan augusztus utolsó dekádja: 20–21–22.

A választmány felhatalmazta az előkészítő bizottságot a hazai előadók felkérésével, a vándorgyűlés meghirdetésével kapcsolatos teendőik folyamatos végzésével.

Az ülés napirendjének második pontja a tudományos tanács javaslata volt az 1975. évi, valamint a távlati (1976–77) munkatervről. A választmány az előterjesztést megvitatva úgy döntött, hogy az elnökség a Társaság munkatervét az elhangzott kiegészítő javaslatok figyelembevételével állítsa össze.

A 43. évi rendes közgyűlés előkészítésével kapcsolatban elhatározta a választmány, hogy annak központi témája hazánk felszabadulásának 30. évfordulója legyen, és „A meteorológia társadalmi-népgazdasági kapcsolatai” témájú előadás méltassa az évforduló jelentőségét s a meteorológiai tudomány fejlődését a felszabadulás óta eltelt időszakban.

Továbbiakban a választmány bizottságokat küldött ki a Steiner Lajos-emlékérem, a nívódíj odaítéléséről javaslattételre, valamint az ifjúsági pályázat bírálatára azzal, hogy az emlékérmeket és a pályadíjakat 1975 novemberében, a Társaság fennállásának 50. évfordulóján rendezendő ünnepi ülésen adják át az arra érdemeseknek.

A választmány meghallgatta a főtítkárr beszámolóját az MTESZ X. közgyűléséről, majd úgy határozott, hogy a közgyűlésen hozott határozatok alapján készüljön a Társaság munkatervére, illetve a vezetőségi ülések évi programja.

A választmány egyhangú határozattal felvette a tagok sorába *Rimócziné Paál Anikót*.

Szakály J.

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA
A szerkesztésért felel: dr. Szepesiné Lőrincz Anna

Szerkesztőség: 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.
Levélcím: 1525 Budapest, Pf. 38., Tel.: 353-500

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285, Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223,
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató



75.0100 Athenaeum Nyomda, Budapest — Íves magasnyomás
Felelős vezető: Soproni Béla vezérigazgató

Előfizetés: egy évre 48 Ft, a Meteorológiai Társaság tagjainak 24 Ft. Befizetés a 232-90 171-2494 tagdíjbefizetési számlán
Megrendelhető: Az Országos Meteorológiai Szolgálat Pénzügyi Osztályán, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. Levélcím:
1525 Budapest, Pf. 38. Megjelenik kéthavonként. Egyes szám ára 8 Ft.
