

Varga J. - é

IDŐJÁRÁS

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), HROMOV, SZ. P. (Moszkva), JAHÓ, S. (Tirana), KONČEK, M. (Bratislava), KOZÁK B. (Budapest), KRASZTANOV, L. (Szofija), LOGVINOV, K. (Kijev), MÄDE, A. (Halle/Saale), VÁN MIEGHEM, J. (Bruxelles), NGUYEN-XIEN (Hanoi), OKOLOWICZ, W. (Warszawa), PASZYNSKI, J. (Warszawa), PÉCZELY GY. (Budapest), RÁKÓCZI F. (Budapest), STEINHAUSER, F. (Wien), STELCZER K. (Budapest), SZEPESI D. (Budapest), TAKEUCHI, K. (Osaka), TUVDENDORZS, D. (Ulan-Bator), VITEK, V. (Prah), WHITE, R. M. (Rockville).

ELNÖK:

DÉSI F. (BUDAPEST)

SZERKESZTŐ:

LŐRINCZ A. (BUDAPEST)

76. ÉVFOLYAM

4

1972. JÚLIUS—AUGUSZTUS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT · BUDAPEST

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT

IDŐJÁRÁS

76. ÉVFOLYAM

4

1972. JÚLIUS—AUGUSZTUS

BUDAPEST

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

E SZÁM SZERZŐI:

BACSÓ NÁNDOR tszv. egy. tanár, a földrajzi tudományok doktora, Kertészeti Egyetem Matematika-, Fizika-, Agrometeorológiai Tanszék, *Budapest*; SZÁSZ GÁBOR egy. tanár, kandidátus, Agrártudományi Egyetem *Debrecen*; ANTAL EMÁNUEL dr., kandidátus, tud. osztályvezető, Központi Légtérfizikai Intézet, *Budapest*; CSÁSZÁR MARGIT dr., a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékének adjunktusa, *Budapest*; DVORCSÁK ISTVÁN, tud. munkatárs. Központi Légtérfizikai Intézet, *Budapest*

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

TARTALOM

Bacsó Nándor: Az ember környezetének meteorológiai tényezői	197
Szász Gábor: A talajfelszín közelében képződő csapadékmennyiség meghatározása.	208
Antal Emánuel — Endrődi Gabriella: A burgonya vízigénye és öntözővíz-szükséglete	223
Császár Margit: Az általános cirkuláció egyensúly-követelményeiről	234
Dvorcsák István: A középső sztratoszféra termobárikus- és szélemezejének tavaszi átváltódása az északi félgömbön	241

Irodalom

Palmen, E. — Newton, C. W.: Légköri cirkulációs rendszerek (Császár Margit)	249
Pancsev, Sz. — Bozsikov, R.: Általános meteorológia (Rákóczi Ferenc).....	250

Krónika

Zách Alfréd nyugalmomba vonult (Bodolai I.) — A WMO európai régiójának ülése (Ambrózy P.) — Meteorológusok kormánykitüntetése (Ambrózy P.) — Prof. Dr. Franz Baur 85 éves (Kéri M.) — Szakértői munkacsoport-értekezlet Brünneben (Götz G.) — A tudományos kutatásokat koordináló munkacsoport ülése Budapesten (Ambrózy P.) — Alacsonyszintű jet-ek és vertikális szélnyírás a Kárpát-medencében (Simon A.) — Űrkutatási ülések Budapesten és Bukarestben (Ambrózy P. — Galló V. — Tanczer T.) — A számszerű időjárás-előrejelzés ötven éve (Götz G.) — A Magyar Meteorológiai Társaság évvégi záróülése (Ambrózy P.) — Távprognosztikai szimpózium és témaértekezlet Moszkvában (Koppány Gy.) — A légköri rádióaktivitás kutatása Olaszországban (Simon A.) — Az MMT előadóülése (Endrődi G.) — A Dunabizottság ülése (Péczely Gy.) — Az MMT Agro-meteorológiai szakosztályának előadóülése (Szakály J.) — Repülésmeteorológiai tanulmányút a Német Demokratikus Köztársaságban (Torma J.) — Az időjárás elemek kapcsolata földmágneses háborgással (Tardos B.) — Műszerek és mérő-módszerek egységesítése (Csomor M.)	251
--	-----

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

CONTENTS — INHALT — SOMMAIRE — СОДЕРЖАНИЕ

<i>Bacsó N.</i> : Meteorological Factors of Human Environment	197
<i>Szász G.</i> : Estimating of the Amount of Precipitation Formed Near to the Soil Surface	208
<i>Antal E.</i> — <i>Endrődi G.</i> : Water Demand and Irrigation Requirement of Potatoes	223
<i>Császár M.</i> : On the Balance Requirements of the General Circulation	234
<i>Dvorcsák I.</i> : Spring Transition of the Thermobaric Field and the Wind Field of the Middle Stratosphere on the Northern Hemisphere	241
Literature	
<i>Palmen, E.</i> — <i>Newton, C. W.</i> : Atmospheric Circulation Systems (<i>Császár Margit</i>)	249
<i>Pancsev, Sz.</i> — <i>Bozsikov, R.</i> : Obscsa meteorologija (<i>Rákóczi Ferenc</i>)	250
Chronicle	251

Az ember környezetének meteorológiai tényezői

BACSÓ NÁNDOR, Kertészeti Egyetem, Matematika-, Fizika-, Agrometeorológiai Tanszék, Budapest

Метеорологические факторы в среде окружающей человека. Судьба человека и человечества формируется в тесной связи с обменом веществ и энергией, осуществляющимся между человеком и его живым и неживым окружением. По мере развития науки и техники человек стал полновластным хозяином всей живой пророды земной поверхности. Только сам человек представляет собой исключение, так как пока не достигнуто полноценное сотрудничество всего человечества или его отдельных групп. В связи с этим все еще существует возможность того, что сам человек, как один из факторов среды, угрожает судьбе человечества. Вторая группа факторов среды, полностью также не поддающаяся контролю, представлена неживой природой. Это явления происходящие в огромной массе вещества и в громадных масштабах со столь большой энергией, что человек только локально может оказать направляющее влияние на небольшие ее детали. Наиболее значительными факторами этой группы являются погода и климат.

Развитие общества, повышение потребностей и запросов повлекли за собой урбанизацию, переселение человечества в крупные города. Следствием этого стало очевидное и вызывающее опасения ухудшение климатических особенностей непосредственного окружения многих людей. В плотно застроенном, и все суживающемся воздушном пространстве крупных городов требования человека, привыкшего за миллионы лет к жизни на открытом воздухе, не удовлетворяются. Губительная для здоровья загрязненность воздуха крупных городов (пыль, дым, сажа, пары, газы), вызванная все более развивающейся производственной деятельностью человека, направленной на поддержание его жизни, безмерно увеличилась. Источниками ее являются отопление, транспорт и промышленное производство. Защищенность городов от ветра, связанная с плотной застройкой, т. е. ограниченность обмена воздуха с более чистым воздухом окружающей свободной среды, препятствует соответствующей вентиляции. Определенные состояния погоды, связанные с антициклоническими положениями, приводят к особенно опасной концентрации загрязнений. Взвешенные в атмосфере примеси значительно снижают интенсивность солнечной радиации и вызывают помутнение атмосферы. Потребность городского человека и особенно молодежи в солнечной радиации в крупных городах не удовлетворяется, что становится источником болезней. Такое окружение не годится для отдыха, и восстановления здоровья. Но и в провинции с этой точки зрения также ухудшается положение.

Человек осознал угрожающую опасность ухудшения условий своего окружения не только в крупных городах, но и в провинции и решил сделать все возможное для предотвращения этой опасности путем планомерных мероприятий, основывающихся на научных знаниях. Особенно важная задача возлагается в этом отношении на метеорологов, поскольку главным носителем опасности является как раз воздух. В связи с этим Всемирная Метеорологическая Организация решила создать мировую сеть для исследования

загрязнения воздуха, чтобы путем непрерывного наблюдения за загрязненностью отдельных воздушных пространств и всей атмосферы, следить ее изменениями и определить конкретные причины, их вызывающие. Кроме того метеорологи и климатологи, как компетентные специалисты по атмосферным процессам, работают в качестве советников вместе со специалистами по урегулированию границ, краеведению, планированию городов и санитарному делу, чтобы дальнейшее экономическое развитие не продолжало ухудшать окружение человека, чтобы устранять допущенные до сих пор ошибки и обеспечить как человеку, так и всей живой природе, здоровое окружение.

*

A tudomány és a technika haladása az ember számára soha nem remélt lehetőséget biztosít a földfelszínen uralkodó viszonyok befolyásolására, azoknak nem egyszer tetszés szerinti kialakítására. Módja van évszázados, sőt évezredek adottságok megváltoztatására és egészen új körülmények létesítésére. Ez a lehetőség, amely a jelen század első felében az összes tudományágak rohamos fejlődése és a múlt században megkezdődő technikai forradalom állandósulása következtében nyílt meg, napjainkban is egyre bővül és az embert gyakorlatilag egyre inkább a Föld urává teszi. Ezzel a hatalommal azonban komoly felelősség jár együtt, mert a földfelszín élő és élettelen világának emberi befolyásolása mindkettőre sorsdöntő lehet, kedvező vagy kedvezőtlen irányban alakíthatja a Föld és vele az emberiség jövőjét.

Az ember hatalmának tudatára ébredt és ebben a tudatban, felelősségérzettel igyekszik vizsgálni saját és a Föld többi lényének, valamint élettelen világának jövőjét. A közelmúlt évtizedek tapasztalatai ugyanis az ember számára világos bizonyítékaikat adták, hogy természetet formáló tevékenysége nemcsak kedvező, hanem sok vonatkozásban káros következményekkel is jár, sőt a tevékenysége során végrehajtott változtatások nem egyszer még saját egészségét is veszélyeztetik. Az erre való rádöbbenés, elsősorban tehát az *önvédelem* gondolata hozta előtérbe korunk új eszméjét, *az emberi környezet védelmére irányuló törekvést*. Az eszme világszerte tért hódított, és jelenleg az emberiség szellemi vezetői, köztük a természettudományok és a technika szakemberei, felismerve a kérdés fontosságát, egyaránt foglalkoznak vele. Igyekeznek megkeresni a helyes utat az ezzel kapcsolatban már joggal aggodalmat keltő helyzetből történő kibontakozásra.

Mielőtt az emberiséget veszélyeztető körülményeket részleteiben vizsgálnánk, tekintsük át a környezet és különösképp az ember környezetének fogalmát, annak tényezőit és hatásait a Földre, az egész élővilágra és az emberre.

Minden lény, egyben minden anyagi tárgy szüntelen *kölcsönhatásban* van az őt körülvevő más anyagokkal, azaz elsősorban legközelebbi, de igen sok esetben nagyon távoli környezetével is. Ez a kölcsönhatás a lény (anyagi tárgy) és a környezet között állandóan, szünet nélkül lejátszódó *anyag- és energiaforgalomban* nyilvánul meg. Anyagot és energiát kap a lény a környezetéből, de ugyanúgy folytonosan ad is le a környezetnek. A forgalmat a *környezeti tényezői és a lény közösen*, de nem egyenrangúan alakítják ki. A forgalom meghatározásában ugyanis nagyobb, többnyire döntő és aktív szerepe van a környezetnek a lény (tárgy) ebben csak másodrangú, és általában kisebb és passzív szerepet játszik. Ennek oka az, hogy a környezet anyagának tömege és az abban rejlő energia mennyisége a lény, ill. tárgy anyagához és energiataralmához mérten túlnyomóan nagy. Ebből arra lehetne következtetni, hogy a lény és a tárgy a környezetnek szinte tehetetlen játéka. Lényegében így is van ez az összes földi lények és dolgok esetében, éppen csak egyedül az ember a kivétel. Az em-

ber ugyanis igen sok vonatkozásban már meg tudja magát védeni a környezet hatalmával szemben, sőt tudománya és technikai képességei folytán módja van a környezet befolyásolására, alakítására is.

Ennek megértése végett tekintsük át a környezet tényezőit, amelyeket négy csoportba sorolhatunk. Ezek közül a legelsőnek a Földünket körülvevő egész világot, a *Kozmoszt*, annak jelenségeit és hatásait kell tekintenünk. A második csoport a *földfelszín* tulajdonságainak együttese. Ezek a térbeli helyzet, alak, anyagi összetétel. A földfelszínen itt nemcsak a pusztá kőzetet vagy talajt, hanem a vízfelszínt, továbbá a növényzetet és az épületek felszínét is értjük. A harmadik csoportba tartoznak a lényt körülvevő *levegő* tulajdonságai, továbbá azok változásai, tehát az *időjárás* és annak rendszere, az éghajlat. Végül a negyedik tényezőcsoport az *élő környezet*, a növényzet, az állatvilág, és utolsónak említve, de legjelentősebbnek ítélve maga az emberi társadalom.

Az első tényezőcsoport – bár ritkán kerül megemlítésre – nagyon fontos és jelentős. Legismertebb hatásai elsősorban a gravitációban és a mágneses jelenségekben, másodsorban a Kozmoszból jövő sugárzásokban nyilvánulnak meg. Évszázadok, sőt néhány évezred tárgyilagos tapasztalatai szerint azonban ennek a tényezőcsoportnak a tagjai ezen idő alatt nem mutattak olyan változásokat, amelyek a Föld élő és élettelen világának anyag- és energiaforgalmát gyakorlati mértékben egyirányban és véglegesen módosították volna. Hatásukat ezért többé kevésbé állandónak is tekintjük. Emiatt, a világtéri katasztrófa esetét kizárva, a Kozmosz-tényezőcsoportot jelenlegi további megfontolásainkban figyelmen kívül is hagyjuk. Erre az is okot ad, hogy a világtér jelenségeinek és hatásainak lényeges emberi befolyásolására még a távolabbi jövőben sem lehet komoly reményünk.

Más a nézetünk és állásfoglalásunk a második, a földfelszíni csoportba tartozó tényezőkkal szemben. Ezeket az ember már bizonyos határok között módosíthatja, sőt egyes vonatkozásokban ezt szünet nélkül gyakorolja is. A földművelés tevékenysége, a növénytelepítés (különösképp az erdősítés és erdőirtás), a talajvédelem tudatos megvalósítása, az emberi települések és úthálózat állandó bővítése, a vízgazdálkodás, ennek keretében vízfelületek létesítése vagy megszüntetése és az öntözés mind ennek a földfelszíni tényezőcsoportnak szüntelen emberi befolyásolását jelenti. Lényeges körülmény azonban mindezekben, hogy a módosításoknak határai és korlátai vannak. Mindeddig az ember ezeket nagyobb területen nem tudta végrehajtani. Helyi vonatkozásban viszont ezen a vonalon nagyon jelentős változtatásokat tudott elérni, elsősorban saját termelése érdekében. Egybefüggő nagyobb területen azonban egyszerre még sehol sem történt mélyreható felszínmódosítás. Számos ilyen tervről szerezhettünk ugyan tudomást (így sivatagok víz alá borítása, folyók medrének lényeges eltérítése, áthelyezése, tengerszorosok átvágásával új tengeráramlatok létesítése, hegyek eltüntetése), ezek megvalósításának azonban mindeddig határt szabott az ember rendelkezésére álló anyag és energia ezekhez mérten csekély mennyisége. A fentebb említett, lényegében egyenként csak helyi kiterjedésben végrehajtott módosítások viszont összegükben az emberi környezetet a szárazföldi területeken az évezredek előttihez képest mégis nagyon lényegesen átalakították. Így született meg a kultúrtáj (termelőtáj) és így vált lehetővé a termelőerők új formáinak bekapcsolásával a termelés volumenének nagymértékű fokozása, ennek következtében a réginél jóval nagyobb létszámú ember megélhetése.

Itt kell megjegyeznünk, hogy az említett környezeti tényezőcsoportok egymással is állandó kölcsönhatásban működnek. Ebből következik, hogy bár-

melyik tényező módosulása maga után vonja más tényezők, sőt még más csoportok tényezőinek megváltozását is. Így a felszín mindennemű módosulása mindenkor egyben bizonyos mértékű, legalább helyi éghajlatváltozást is eredményez. Hiszen a földfelszín az energiaközvetítő az ún. „aktív” felszín. Természetesen olyan értelemben használjuk itt is a „földfelszín” fogalmát, hogy azt helyenként kiemelkedő más tárgyak (így a növényzet, épületek, stb.) helyettesítik. Ez a következmény azonban többnyire csak korlátozott nagyságú légterben (annak mezo- és mikroklímájában) jelentkezik.

Az esetek túlnyomó többségében azonban az emberi földfelszínalakítás eddig nem az éghajlat módosítása érdekében történt. Csak újabban, éppen a tudatos környezet-alakítás kísérletei során (mezővédő erdősávok, öntözés, üdülő létesítések) jelentkezik már főcélként is az éghajlat befolyásolása. Nyilvánvaló természetesen, hogy ha nem is tudatosan, de ösztönösen, régen is történt ilyen. Hiszen a növényállományok telepítésszerű kialakítása, valamint a növényápolás műveletei más célok mellett mikroklimatikus követelményeket is igyekeztek – ha öntudatlanul is – kielégíteni, azért, hogy azok a növény környezetében a mikroklímát a növény nagyobb mennyiségű és jobb minőségű termésének elérése végett megfelelően alakítsák.

Harmadik tényezőcsoportunk a *légtér* mint környezet összes tulajdonságait, körülményeit és jelenségeit, tehát azok állapotát, de egyben változásait is egye-síti. Ez a tényezőcsoport a meteorológia tudományának területére tartozik, jelenségeinek szakértői a meteorológusok, ők a „természetes” módosulások vizsgálói és a tudatos módosítások hivatott tanácsadói.

A meteorológiai csoportba tartozó tényezők a földi lények számos nélkülözhetetlen életfeltételének vagy közvetlen szolgálatói, vagy más tényezők bizonyult közvetítő láncán át működő meghatározói. A tényezőcsoportnak ezt a szerepet a levegő, illetve az egész légkör fizikai és kémiai hatásainak és az élőlény igényeinek szoros kapcsolata biztosítja. Az élőlények pl. (jelenlegi mi-voltukban) csak bizonyos értékközökbe tartozó fizikai és kémiai (meteorológiai) hatások mellett maradhatnak fenn. Ezen szigorú értékhatárokon innen és túl az élőlény elpusztul. Így oxigénhiány vagy többlet, széndioxid túltengés vagy hiány, sugárzáshiány vagy túlzott többlet, túlságos meleg, dermesztő hideg, káros vízbőség vagy vízhiány, túl kicsi vagy túl nagy légnyomás esetén meg kell szünnie az életnek. Meg kell ezzel kapcsolatban állapítanunk, hogy a földfelszín legfelső, igen vékony rétege és a vele érintkező legalsó, pár km-es levegőréteg képviseli jelen ismereteink szerint a Világ egyetlen parányi részét, ahol élőlények vannak. Bizonyos, hogy még az élet keletkezésének feltételei is nagyon szoros kapcsolatban vannak ennek a rétegnek légköri és egyéb fizikai viszonyaival, az itt uralkodó anyag- és energiaforgalmi rendszerrel, amilyen valószínűleg az egész világon sehol máshol nem található. Tapasztalataink azt is bizonyítják, hogy ez az anyag- és energiaforgalmi rendszer évezredek hosszú sora óta fennáll és működik Földünk felszínén. Lényegtelennek tekinthető változásait leszámítva, ez biztosítja állandóan az élet fennmaradásának feltételeit is. Kíváncsinos tudomásul vennünk, hogy az esetleges elháríthatatlan kozmikus katasztrófa esetét kivéve, amibe magának a Földnek, mint égitestnek belső, esetleg veszélyes változásait is beleértjük, az ember a felelős a földi élővilág és saját élete sorsáért.

A harmadik: légköri környezeti tényezőcsoport jelentőségét és igen sok-szor döntő szerepét egyrészt az időjárás szeszélyes változékonysága, másrészt az a körülmény növeli, hogy a légköri jelenségeket az ember nagy légtérben nem tudja irányítani. A légkör anyagi tömege nagyon nagy, a benne működő

energiamennyiség szintén. Magyarország aránylag kis területe felett pl. majdnem egy billió (10^{12}) tonna tömegű levegő van. Tulajdonságainak módosításához az embernek ezeket felülmúló nagyságú anyagtömegeket, egyben energiát kellene összpontosítania és irányítania. Emiatt az ember számára az időjárás és a nagy légtéri, ún. makroklima befolyásolása lehetetlen és módosító tevékenysége, legalább egyelőre, csak kis légtérben lehetséges. Ennek anyagtömegéhez és energiataralmához mérten a módosításhoz elegendő anyag és energia áll rendelkezésére. Csak az a kérdés, hogy ez a változtatás érdemes és gazdaságos-e.

A kis légtér éghajlatának önkényes kialakítása egykorú az emberrel. Az őskorban, saját testi épsége érdekében, ösztönösen menekült a kedvező mikroklimájú természetes légterekbe, de később már ruházkodásával, építkezésével tudatosan hozott létre a maga számára ilyeneket. Még később növényei és állatai, majd termelő eszközei és szükséges anyagai számára is olyan férőhelyeket létesített, amelyeknek mikroklimáját befolyásolni, sőt egyre magasabb technikával nagy pontossággal szabályozni is tudta. E lehetőség kihasználásának módszerei továbbra is tökéletesednek.

A makroklima és az időjárás nagy területen történő módosítása terén viszont gyakorlatilag mindaddig nem történt lényeges lépés. A szakmailag magas szintű tárgyilagos szakvélemények a legismertebb és leggyakoribb kísérleteket, így a csapadékkeltést és a jégesőhárítást is legfeljebb biztatónak, de még nem megoldottnak tekintik. Magam részéről ezeket is csak aránylag kis légterekben vélem eredményesnek, azaz még a sikerült kísérleteket is egyelőre legfeljebb helyi jelentőségűnek tartom. Gazdaságosságuk mindenestre nagyon kétes, mert az elért eredmények haszna ma még jelentéktelennek látszik a beavatkozás költségeihez mérten. Aszályos időszakban vagy kimondottan száraz területeken pl. sivatagokban a csapadékkeltés kísérletei gyakorlatilag teljesen hatástalanok. A jégesőhárítás állítólagos, de megnyugtató módon még nem bizonyított sikerei is egyelőre csak egészen helyi jelentőségűeknek tekinthetők. A ködoszlatás sikereit szintén csak kis légterekben tapasztaltuk. Nyilvánvaló, hogy a módosítási törekvést, az erre irányuló tudományos munkát és kísérleteket csak messzemenően helyeselhetjük, és jövőbeli gyakorlati sikereikben reménykedhetünk, de jelenlegi állásuk még nem ad okot derűlátásra.

Az ember beavatkozása tehát a meteorológiai-klimatológiai hatásokkal szemben csak kis, legfeljebb közepes nagyságú (mezoklimatikus) légtérben lehet úrrá. Mégis igen nagy jelentőségű még ez a korlátozott beavatkozási lehetőség is a környezet védelme és kedvező kialakítása szempontjából. Különösen azért, mert az élőlények és a holt anyag számára lényegében és az esetek túlnyomó többségében éppen a *közvetlen környezetben*, tehát a közvetlenül körülvevő kis légtérben uralkodó, illetőleg az azon át érvényesülő hatások a döntők. Ezek megfelelő kialakítására pedig már megvan a lehetőségünk és ezt a jövőben még a mainál is tökéletesebben és eredményesebben végezhetjük. A kis légtérrel ugyanis szükség esetén megfelelő helyzetű, alakú, anyagú és méretű *határfelületekkel* elkülönítve a nagy légtértől, az oda irányuló kedvezőtlen hatásokat onnan visszatartathatjuk, a kedvezőket oda beengedve, azok érvényesülését elősegíthetjük, végül saját anyagot és energiát oda bejuttatva, ott tetszés szerinti fizikai állapotot hozhatunk létre. A meteorológiai-klimatológiai környezeti tényezőcsoport vonatkozásában tehát ezzel az eljárással többnyire gazdaságosan célt tudunk érni.

A negyedik környezeti tényezőcsoport az *élő környezet*, amelynek éppen maga az ember a legjelentősebb tagja. A többi résztvevőket, a növényeket és az állatokat az ember jelenlegi tudása, ismeretei és technikai felkészültsége

fokán és idején már messzemenően befolyásolhatónak tekinthetjük. Kimondhatjuk, hogy a Föld, de főleg a szárazföldek felszíni élővilága felett az ember a korlátlan úr. Elpusztíthat bármely élőlényt, de ha azt kívánja, bizonyos korlátok közt elszaporodásukat is biztosíthatja. Életkörülményeiket javíthatja vagy ronthatja, létszámukat szabályozhatja.

Az egyetlen élőlény, amelynek tevékenységét csak korlátozottan, de távolról sem elegendő mértékben tudja befolyásolni és irányítani, éppen saját maga, az ember. Ez a körülmény vetette fel a környezet védelmének nagy eszméjét is. Jelenleg ugyanis maga az ember az, akitől eredeti természeti környezetünk kedvező tulajdonságait leginkább féltünk és védünk kell. Ez a veszély, sajnos, az emberiség létszámának rohamos gyarapodásával, amíg annak gátat nem vetnek, egyre nő.

Az ember számos tevékenysége ugyanis a saját környezetét sok esetben igen kedvezőtlen, más emberekre, sőt magára is káros, sőt veszélyes módon befolyásolja. Termelő tevékenysége során például nem egyszer egyedül saját termelési céljai és haszna lebegnek szeme előtt. Az a körülmény, hogy az ezek eléréséhez szükséges működése egyúttal a környezetet mások, de természetesen sok esetben a maga számára is kedvezőtlené teszi, vagy egyenesen rombolja, sokszor észrevétlen, máskor közömbös előtte. Az egyéni érdek számtalan esetben döntő számára, és erre törekedve semmibe veszi mások jólétét.

A kérdést, ennyire élesen az *urbanizáció* egyre növekvő tendenciája vetette fel. A jelenben a Föld lakóinak mintegy 30%-a városokban, 18%-a nagyvárosokban él és a jövőben számítanunk kell ennek az arálynak további növekedésére. Az utóbbi szűk területre összezsúfolt lakosság (650 millió) elhelyezése szükségsszerűvé tette a városok alapterülete nagy részének beépítését. A város légtere emiatt lényegesen leszűkül, légáramlása erősen korlátozódott lett. Tovább mérsékelte a városok légterében a légáramlás erősségét a vertikális terjeszkedés is, az épületek magasságának folyamatos és fokozatos növekedése. Ezek a körülmények a városok részben már elhasznált és egyben túlságosan szennyezett levegőjének szabad területekről történő kicserélődését, mintegy megújulását egyre jobban megnehezítik. Ugyanakkor a városi népesség gyarapodásával együtt növekvő ipari tevékenység, fűtés és közlekedés, egyre jobban szennyezik a levegőt. Korom, hamu, por, gázok és gőzök nagy tömege kerül itt aránylag kis térfogatú és lassított mozgású, sok helyen időre majdnem álló, pangó levegőbe és azt veszélyes mértékben szennyezi.

A szabad levegőben mindenkor volt nagy mennyiségű, természetes eredetűnek tekintett szilárd és gáznemű vendéganyag. Így a lebegő sókristályok igen hatalmas tömege kerül oda a tengerből. Ezt a WMO szakemberei évi 1000 millió (10⁹) tonnára becsülik. Ennek csak fele (500 millió tonna) a földfelszínről a szél által a magasba ragadott és ott esetleg csak néhány méter, de nem egyszer több ezer km távolságra is elszállított felszíni eredetű ásványi anyagmennyiség. (Homok és porviharok, poresó, színes hó stb). Ezekhez járul a jelenben látszólag csökkenő gyakoriságú vulkáni kitörésekből a légkörbe jutó korom, hamu és gáz. Végül az erdőtüzek is évi 30 millió tonna ilyen anyagot adnak.

Mindezek mennyiségét azonban folyton növeli az ember saját légszennyező működése, amelyet nem tekintünk ugyan szándékosnak, de annál könnyelműbb és megfontolatlanabb, veszedelmes tevékenységnek. Ennek, amint az egyre nyilvánvalóbb lesz, határozottan gátat kell vetni. Bár a szakavatott hivatalos becslések szerint az így létrejövő légköri szenny csak évi 20 millió tonna. Ez a többi említetthez képest kevésnek látszik, de nem kétséges, hogy mégis lényegesen csökkentenünk kell. Ez a 20 millió tonna ugyanis túlnyomó részben a sű-

rűn lakott nagyvárosok levegőjében, aránylag igen kis légtérben koncentrálódik. E települések levegője tehát igen erősen szennyezett, és a szennyeződés további fokozódása súlyos veszélyt jelenthet rövidesen az emberiség zömére.

Köztudomású, hogy a városi légszennyezés leginkább szembetűnő része a szilárd szennyananyag, a korom hamu és a por. Erőművek és más ipari nagyüzemek, műhelyek kéményei ontják, a járművek kavarják fel ezeket, szinte tonnaszámra, a levegőbe. Nagy részük, főként a nagyobb szemcsék, a közelebbi környezetben hullanak ki, ülepednek le. Ez a többnyire látható szennyezés több vonatkozásban káros az egészségre. Bizonyos töménységben ez is légzési nehézségeket, zavarokat, sőt komoly ártalmakat is jelenthet. Leginkább szembetűnő a környezetben levő mindennemű felület belepése, bepiszkítása. Piszkos lesz a város, utak felszíne, a por belepi a megmaradt kevés növényzetet, bepiszkítja a házak falait, ablakait és a ruházatot, behatol az épületek, lakások belsejébe is. Vízzel és vízpárával érintkezve igen káros vegyi hatások is csatlakoznak a szilárd légszenny mechanikai károsításához. A levegő szennyezettsége a közvetlen napfény gyengítésével az égboltsugárzás homályosításával értékes és szükséges sugárhatásoktól fosztja meg a nagyvárosi embert.

Talán még veszedelmesebb, mert kevésbé észrevehető, tehát alattomos, pedig szinte azonnal hat, a gázok és gőzök útján létrejövő légszennyeződés. Legismertebb és leggyakoribb a szénoxid, kéndioxid, széndioxid ártalma. Nagy töménységben mindegyik mérgező hatású lehet. A szilárd szennyezéshez képest kisebb súlyuk miatt ezeket a légáramlás messzebbre szállíthatja még mindig veszélyes koncentrációval. Emiatt szennyező hatásuk jóval nagyobb körzetben okozhat kárt, mint a szilárd partikulumoké.

A város lassú mozgású, sok helyen szinte álló, legalsó, erősen szennyezett levegőrétegében bizonyos időjárási helyzetekben (inverzió) gyakran keletkezik köd, még pedig időnként igen sűrű, ún. füstköd, közismert angol néven „smog”. Ebben a mérgeanyagokat tartalmazó tömény szennyezés a tapasztalatok szerint még halált okozó is lehet. Régebben az ilyet csak az ipari üzemek légszennyezésének rovására írták (London), ma már a motoros utcai közlekedés szerepét is egyre inkább elismerik benne (Los Angeles).

Természetes, hogy a fokozódó légszennyezés észrevételét a védekezés fokozatos kiépülése követte.

A hatóságok régebben szinte egyedül az ipari üzemek kéményeinek magasztásának előírásával, valamint a szennyező üzemek városszéli elhelyezésével igyekeztek mérsékelni a légszennyezést. Nem vitás, hogy ezek helyes és szükséges, de nem elegendő intézkedések. Az égéstermékek így is a levegőbe jutnak, bár a magasabb szintek mindenütt élénkebb légáramlása miatt felhígulva és tovaszállítva koncentrációjuk és vele káros hatásuk, legalábbis helyben és a közelben gyorsabban csökken, sőt ott esetleg meg is szűnik. Az anyag azonban ezzel nem semmisült meg és távolabb, a város területén és azon kívül, ha csökkent mértékben is, mégis káros lehet. Ennek tudatában újabb hatósági törekvés az üzemek szennykibocsátásának megszüntetése, vagy legalább jelentős mérséklése. Az ún. *emisszió* folytonos ellenőrzését, a nagy koncentrációjú káros anyagok kibocsátásának eltiltását és szigorú büntetésekkel történő megtorlását célozza a most hazánkban is életbelépő hatósági intézkedés. Ezen kívül megkezdődött a szennyező üzemek kitelepítése vidékre, ahol termékeik hamarabb szétoszlanak és kevesebb kárt tehetnek. A városi fűtés és hőtermelés a jelenleginél ártatlanabb, kevésbé káros tüzelőanyagokkal, illetve módszerekkel (földgáz, olaj-, villany és távfűtés) történő megoldása szintén jelentős javulást ígér.

Hátra van azonban az utcai közlekedés légszennyező hatásának halaszt-

hatatlan megfékezése. Nézetünk szerint ez éppen olyan fontos, mint a városi pályaudvarok kitelepítése és a gőzhajós közlekedés csökkentése. A nagyszámú gépjármű egyre növekvő tömegének kibocsátott gázai és sokszor szilárd, tökéletlen égéstermékei a földfelszín közvetlen közelében, a legelső légrétegben szennyezik a levegőt, amellett, hogy forgó kerekeik a már egyszer leülepedett szennyet is újból ebbe a levegőbe kavarják fel. Ezt az utcákon, tereken tartózkodó ember kénytelen beszívni, tüdejének, bőrének, szemének, ruhájának beszennyezését eltűrni. Az ezzel járó mechanikus és vegyi ártalmakat még kiegészíti az ilyen szennyezés kellemetlen, fojtó bűze, amely jelzi is a védtelen embernek az ártalom káros, veszélyes voltát. Téves azt a haladás, fejlődés elleni berzenkedésnek felfogni, ha a városlakó követeli ennek az ártalomnak feltétlen kiküszöbölését. Nyilvánvaló, hogy a gyors és kényelmes közlekedés nem pusztán egyéni, hanem közérdek is, de még fontosabb egészségügyi közérdek a városi levegő tisztaságának megőrzése. A legelső további feladat tehát a gépjárművek városi megrendszabályozása szigorú korlátozó intézkedésekkel, legalább a vezetőkhanyagságából eredő hibák (füstölő gépjárművek) legszigorúbb megtorlásával. Emellett további átgondolt és tervszerű intézkedés szükséges a város területén a gépjárművek forgalmának olyan szabályozására, amely bizonyos hátrányok elszüntetése árán is lényegesen csökkenti az egyes városi légterek autókkal való zsúfoltságát és szennyeződését. Rendkívül fontos ezen a téren is az egyéni és csoportérdekek háttérbe szorítása a tényleges közérdek mellett. Azt reméljük, hogy a szocializmus korában, amelynek egyik alapeszméje, hogy a legfőbb érték az ember, ebben a vonatkozásban is megtaláljuk a megfelelő megoldást.

A nagyvárosi levegő tisztaságának biztosítása érdekében az előbbieken tárgyalt eljárások és módszerek ma már közismertek és a hatóságok számos intézkedése és szigorú rendelkezése igyekszik azokat megvalósítani.

Úgy véljük azonban, hogy egy további eljárást, amely pedig éppen a meteorológiai összefüggések alapján célravezetőnek ígérkezik, nem alkalmaztak kellő mértékben. Ez pedig a város szellőzöttsége, automatikus légjárásának biztosítása. Ezt a várostervezés és új városok építése, a városfejlesztés, a nagyvárosok régi területeinek rekonstrukciója során kell megvalósítani.

A városi és a tisztább levegőjű környék légcseréjét részben a leggyakoribb uralkodó szél, részben a város és a környék közötti termikus okokból létrejövő csereáramlás hajtja végre. A városszerkezet kialakításánál tehát biztosítani kell azt, hogy az uralkodó szél kifejthesse ezt a szerepét.

A szélcsendes időjárási helyzetek alkalmával a közismert városi hőtöbblet miatt keletkező felszálló légáramlás fejti ki légtisztító hatását. A felszálló levegőt ugyanis a minden oldalról beáramló környéki levegő pótolja. Ez a pótlás ott a legintenzívebb, amelyik irányban legnagyobb a hőmérsékletkülönbség. Kívánatos, hogy a városkörnyéki terület termikus tulajdonságai elősegítsék ezt az automatikus légcserét. Igyekeznünk kell ezt olyan területrendezéssel, mégpedig megfelelő növényborítással, vízfelületekkel végrehajtani, amely a kívánt cél érdekében hat. Nyilvánvaló, hogy ez bizonyos esetekben gazdasági áldozatokat követel. Nézetünk szerint azonban ez a befektetés bőséges kárpótlást kap a nagyvárosi ember egészségének megőrzésével. Lényeges következtetés tehát, hogy a városrendezésen kívül annak megfelelő nagyságú környezete is céltudatosan rendeztessék.

A levegő szennyezettsége nemcsak közvetlenül, hanem közvetve is árthat az embernek. A légköri szenny a növényekkel érintkezik, azokra leülepszik, rátapad. Magát a növényt is károsítja, mert a porral, korommal, hamuval bele-

pett növény lélegzése, fotoszintézise, transpirációja és mindezekkel együtt fejlődése is gátolódik, a növény emiatt esetleg el is pusztul. Országunkban is sok, kártérítéssel végződő peres eljárásra került sor az ipartelepek környezetében levő haszonnövényzet kipusztulása miatt. A szennyezés vegyi hatása is nagy kárt tehet a növényzetben, amint azt a nagy ipartelepeket körülvevő erdők fái ismételtelen tapasztalták. Ma már ezért külön tudományos vizsgálat célja a növényfajtáknak a légszennyezés összetevőiként szereplő egyes anyagokkal szemben tanúsított ellenállása. Nagyon hasznos lesz ennek részletes, pontos ismerete, hogy a szennyezett városi levegőben is ipartelepek környékén, sőt az utak mentén alkalmazható növényfajtákat helyesen választhassák meg.

Erre annál is inkább szükség van, mert sok esetben éppen a növényzet az az eszköz, amellyel adott körülmények között magát a légszennyezettséget csökkenthetjük és attól a növényvel a légtér bizonyos részeit eredményesen megvédhetjük. Ebben a légáramlás erejének csökkentése révén előálló leülepités és a szűrőhatás a jelentősek. A védő növényzetnek nem szabad érzékenynek lennie a légszennyezésre, különben elpusztul és alkalmazása hatástalan. A növényzet másik szerepe ebben a vonatkozásban az, hogy egy része, mint táplálék, az ember testébe kerül, a rátapadt esetleg felvett szennyyel együtt és így közvetve kárt okoz. Ugyanez megesik az állati eredetű táplálékkal is. Különös figyelmet kell fordítani ilyen szempontból a növényvédő szerekre, amelyek alkalmazása során légszennyeződés, ezen kívül vízszennyeződés, sőt talajszennyeződés is áll elő. Ha az ilyen úton történt halálos végű baleseteket nem is vesszük számításba, a levegőbe, vízbe, talajra, növényekre juttatott mérgek tömege mindenkor mint a környezet nagy veszélyt jelentő körülménye tekintendő és az ezzel kapcsolatos óvórendszabályok szigorúsága, sőt további szigorítása indokolt.

A köztudomás szerint is kifejezetten meteorológiai jellegű káros nagyvárosi környezeti tulajdonságokhoz egy újat is kell csatolnunk. A levegő tisztaságán kívül jelentős hatást tesz az emberre az ott kialakuló *zajszint*. A természetes környezet nagy része régen az erős és tartós zajoktól mentesebb volt, mint a mai emberi lakóhely, különösen a sűrű emberi települések légtere. A hang a levegő rezgése, ezen az alapon légkörfizikai jelenségnek, új felfogással a makro- és mikroklíma egyik elemének is tekinthető. A természetes környezetben a tenger zúgása, mormolása, a szélviharak alkalmával keletkező zajok, továbbá a mennydörgés és villámesapás hangja alakították ki a légtér zajszintjét, az élőlények okozta, általában kisebb erősségű hangokon kívül. A nagy városokban ma ehhez az ipartelepek gépeinek, a műhelyeknek és a közlekedésnek a zaja, továbbá az ember sokrétű lármaja (kiabálás, ének, rádió, televízió, zajos munka) csatlakozik. Ezek együttesen, vagy váltogatva szinte szüntelen kellemetlenül zajossá teszik az ember környezetét. A sok és nagy zaj szintén környezeti egészségügyi ártalmat jelent az emberre, mert idegeit rongálja. Sokkal nagyobb veszély ez, mint általában gondolják és feltétlenül szükséges, hogy a környezetvédelem intézkedései ezen is segítsenek.

Hátra van, hogy az ember környezetének további olyan értékeit is megemlítsük, amelyek szintén veszélyben forognak. Ilyen maga a táj, a természet és a régebbi emberi létesítmények szépsége, érdekessége, különlegessége és eszmei értéke. A tudatlan és a rosszakaratú ember hajlamos a rombolásra, az önző ember a közérdek semmibe vételére; pedig közös kincseink fenntartása mindenütt hatósági védelmet, egyben sokirányú szakértelmet igényel. Ez viszont sok vonatkozásban szintén a meteorológus közreműködését kívánja, hiszen az említett természeti szépségek és emberi létesítmények károsodásában és meg-

szűnésében gyakran az időjárás és az éghajlat is közrejátszik. Az *idő* sokat emlegetett *vasfogát* sok esetben az időjárás pusztító tevékenysége képviseli. A természeti szépségek és különlegességek, valamint emberi alkotások (szép kilátás, a táj különleges értékei, harmóniája, műemlékek, múzeumi tárgyak) megőrzése a légköri hatások ellen védelmet és ennek folytán meteorológiai szaktanácsot igényel.

Áttekintve és összefoglalva az ember környezetét károsító, pusztító, kedvezőtlen irányban befolyásoló tényezőket, és jelenségeket, közülük kettőt tartunk kiemelendőnek, az időjárást és az embert. E kettőnek szerepét kell világosan látnunk a környezetet kedvező tulajdonságainak fenntartása és megőrzése, a kedvezőtlenek mérsékelése és megszüntetése érdekében. Az emberi tevékenységek tekintetében a meteorológus csak véleményt nyilváníthat, csak az azokkal kapcsolatos veszélyekre hívhatja fel a figyelmet. Többre nincs módja és nem is illetékes.

Ezzel szemben az időjárás tényezőinek minden környezetvédelmi vonatkozásában a meteorológus hivatott tanácsot adni. Ennek a felelősségteljes kötelezettségünknek azonban csak akkor tudunk eleget tenni, ha kutató tevékenységünket intenzívebben irányítjuk a légkörnek, helyesebben az embert közvetlenül körülvevő kisebb légtereknek tulajdonságaira, azok objektív feltárására, befolyásolásuk lehetőségeire.

Erre figyelmeztet bennünket a Világ Meteorológiai Szervezetének az az elhatározása, hogy az 1972. évi meteorológiai világnap témájául az ember környezetének megtagyálását választotta. Eme cél felé törekszik a Világszervezet elhatározása, hogy az egész Földön nemzetközi és nemzeti megfigyelő hálózatokat szervez és kutatást indít a légszennyezés folyamatos mérésére. A tervezett megfigyelőhálózat egyrészt a légszennyezés mértékét és minőségét levegőminták elemzésével vizsgálja, másrészt a légszennyezés okozta légköri homályosság mérésével az egész légtér szennyezettségét igyekszik figyelemmel kísérni. Ezzel lehetővé válik a légszennyezés jelenlegi mértékének pontos megállapítása, az *emisszió*n kívül az embert elsősorban érdeklő *immiszió* területi eloszlásának, rövid és hosszú időtartamú változásainak objektív szemmel tartása. Csak ezek jelentenek biztos alapot az okok és hatások objektív megállapítására és a szükséges hazai és nemzetközi intézkedések megtételére. A hazai meteorológiai szolgálat készséggel működik közre ebben az egész emberiség érdekét előmozdító munkában és kiveszi a maga részét a légszennyezés csökkentését célzó világméretű kutatásban.

*

METEOROLOGICAL FACTORS OF HUMAN ENVIRONMENT

The fate of men and mankind is determined by the actual exchange of matter and energy with the living and non-living environment. With the development of science and technology, man became the omnipotent master of the living organisms on the Earth's surface. The only exception is man himself, as the perfect co-operation of mankind or of smaller groups of human individuals has not yet been realized. Accordingly, the possibility subsists, that even man itself, as one of the factors of human environment, is endangering the fate of mankind. Another factor of human environment (which equally cannot be wholly controlled) is the inorganic world. In fact, the phenomena of this factor extend to so large masses of matter and to so vast spaces, and are influenced only by so great amounts of energy, that man can exert only a local control

of them which is extending to a limited space. The most important factors belonging to this group are weather and climate.

Development of the human society, as well as the increase of requirements and exigences, has led to urbanization, that is, the concentration of mankind into large cities. Its consequence consisted for many people in an obvious and alarming deterioration of their environmental conditions. In the densely builded air space of a large city, which is constantly becoming more and more congested, the requirements of man, who was adapted during a million of years to an open-air life, are not fulfilled. Emanating from its own activities and of the still increasing industrial production, noxious air-pollutants (such as dust, smoke, soot, vapours and gases) are excessively accumulating in the atmosphere of a large city. Their main sources are domestic heating, traffic and industrial production. The decrease of wind caused by a congested way of building over, and the ensuing limitation of air exchange with air masses of the open land, is not allowing a sufficient degree of ventilation. Especially certain anticyclonal conditions are leading to a very dangerous concentration of air pollution. Further, the suspended foreign particles are strongly decreasing the intensity of solar radiation, causing haze phenomena. The radiation requirement of man, and especially that of the young generation, is in a large city not satisfied and this is the source of diseases. Such an environment is unsuitable for resting, recreation, holyday-making and recovery. However, even in the open country, conditions from this point of view are constantly deteriorating.

Man has recognized the dangers of environmental deterioration in cities and in the open country as well, and reached the decision to undertake every possible effort, in a planned and scientifically founded way, for the elimination of these evils. Meteorologists have in this field a particular responsibility, as the carrier of the largest environmental dangers is the atmosphere itself. Accordingly, the World Meteorological Organization decided the implementation of a world-wide network for the investigation of air pollution with the task of constantly surveying the air pollution conditions of various regions and of the whole world, and for monitoring its changes, with the aim of determining the causes of these changes. In addition, meteorologists and climatologists are serving as competent experts on atmospherical processes and in this way they are supporting the work of specialists for regional planning, town planning and public health, with the aim that economical evolution in the future should not further aggravate environmental conditions, an earlier faults committed in this field be eliminated by assuring a sound environment for man and for the entire organic world.

A talajfelszín közelében képződő csapadékmennyiség meghatározása

SZÁSZ GÁBOR, Agrártudományi Egyetem, Debrecen

Определение суммы осадков, образующихся в приземном слое атмосферы. По данным измерения температуры, влажности, проведенных в приземном слое атмосферы, а также по данным температуры почвы, посредством вычислений автор определил месячные и годовые суммы микроосадков атмосферного происхождения, росы, инея, а также воды, приходящих на земную поверхность нижних слоев почвы путем диффузии. В основе вычислений лежат фактические данные за 7 лет и полученные результаты представлены в *таблице I*. Выявлено, что годовое количество воды, происходящей из микроосадков, составляет приблизительно 10% от всей годовой суммы атмосферных осадков, что соответствует количеству воды, непренебрегаемому напр. с точки зрения водного баланса.

*

A felszín közelében képződő csapadék mennyiségéről és annak időbeli eloszlásáról keveset tudunk, ennek ellenére meggyőződésünk, hogy a felső talajrétegek vízforgalmában az így keletkező víztöbblet nem elhanyagolható mennyiségű. A természetes és mesterséges ökoszisztémák számára ez a vízmennyiség olykor jelentős ökológiai faktornak minősül [9]. A felszín közelében képződő csapadékok sorában a légtéri- és talaj harmatot említjük elsőként, de képződési folyamat tekintetében ide sorolható a dér is. A zúzmara a felszínből kiemelkedő távolabbi tárgyakon képződik. Sajnálatos, hogy a rendszeres éghajlati megfigyelések során e csapadékoknak csak az előfordulását jegyzik fel, mennyiségi meghatározás esupán a zúzmara vonatközán szerepel a megfigyelések programjában. A harmat, illetve dér vízegyenértékének meghatározásához részben a rendkívül ritka kísérleti mérések, de méginkább a közelítő számítások eredményeire vagyunk utalva. Az alábbiakban e téren végzett vizsgálataink tapasztalatait foglaljuk össze.

A felszín közeli térben képződött mikrocsapadék meghatározása

A talajmenti légtérben képződött mikrocsapadékformák közül a harmatnál a szórványos kísérleti mérések alapján kialakítható egy általános kép az eloszlásról.

Badgley 1891-ben megjelent munkája szerint Indiában évente 30,5 mm harmatmennyiség képződik [10]. Európában *Fritsche*, 1934. [3], *Hiltner*, 1930., 1931. [6], [7], majd *Leick* 1934-ben megjelent műveit [9] kell kiemelnünk. Az utóbbi kettő nemzetközileg elterjedt mérési eljárást dolgozott ki. Hazánkban *Steiner* és *Fleischmann* együttműködéséből származó eredményt kell kiemelkedőnek tekintenünk [11]. A kísérleti mérések eredményeiről összefoglalóan elmondható, hogy bár hasznos információt nyújtanak, azonban azok csupán relatív értékeknek tekinthetők, mivel a felfogott kondenzációs víz mennyisége a helyi mikroklimatikus feltételeken kívül a felfogó test energetikai, termofizikai és aerodinamikai sajátosságától függ.

A bonyolult, de csak relatív adatokat szolgáltató mérések helyett egyre inkább előtérbe kerül a számítás útján történő meghatározás, amelyet a talajmenti légtér fizikai tulajdonságainak feltárása jelenleg is biztosít már. Két olyan modellt ismerünk, amely a képződés mechanizmusát igen áttekinthetően és

egzakt módon mutatja be: ezek a *Hofmann-féle modell* [8], majd később a *Monteith-féle modell* [10] a felszín energia mérlegének törvényeire építve nyújtanak lehetőséget a harmat meghatározására. Mivel a *Hofmann*-modell olyan tagot is tartalmaz (a hőátadási együttható aerodinamikai függése), melynek meghatározása körülményes, ezért vizsgálataink céljára az utóbbi modellt választottuk. *Monteith* szerint a keletkezett harmat, illetve dér mennyisége – vízszintes felületen – és az energiamérleg egyes összetevői között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$W_a = \frac{\Delta S_0 - hE(1-r)}{\Delta + \gamma} / 60 \text{ [mm/óra]} \quad (1)$$

ahol: $S_0 = 1 - (0,53 + 0,065 \sqrt{e}) \sigma T^4$

$h = 3,9 \cdot v^{0,7}$ [cal/cm² óra fok]

$\gamma = 0,66$ mb/C°

$\Delta = dE/dT$

$r =$ relatív nedvesség [0 – 1]

$E =$ telítettségi párányomás [mb]

A fenti összefüggés szerint tehát *harmat keletkezik ott és akkor, ha a felfelé irányuló vertikális vízgőztétel kisebb, mint a hőmérsékletcsökkenéssel járó vízgőzkészlet kisebbedése*. Az (1) egyenlettel azonban csak a vízszintes felületre kondenzálódó mennyiség definiálható. A valóságban e feltétel nem teljesül, ezért többévi kísérleteink során az (1) formulát továbbfejlesztettük. Eredményeinket röviden a következőkben foglaljuk össze:

Középmagas, illetve magas növényállományokban lényegesen nagyobb harmatmennyiség figyelhető meg a *Leick*-féle relatív mérési módszerrel, mint amennyi az (1) egyenlettel meghatározható. A viszonylagos harmattöbblet fizikai oka az, hogy a nagyobb transpirációs felület következtében, az állományban nagyobb a vízgőztartalom, mint a szabadban, a kicserélődés viszont kisebb, így az állomány légterében a vízgőz raktározódik, ami a nagyobb relatív nedvességben jut kifejezésre. Figyelembe veendő tényező még az állományon belüli kisebb effektív kisugárzás-érték is, azonban míg az előző kettő harmatfokozó hatású az utóbbi mérsékli a keletkező harmat mennyiségét. E három tényező egymáshoz való aránya szabja meg az állományokon belül a harmattöbblet mértékét.

Az állományon belüli harmattöbblet helyes megállapítása céljából az (1) egyenletben szereplő tényezők közül elsősorban az effektív kisugárzás meghatározását kell módosítani. Mint említettük, az eljárás csak *sík felületre érvényes*, az állományban pedig a sugárzási mérleg (S_{n_0}) értéke a levélfelületi index értékének megfelelően kisebbedik:

$$S_{n_0} = S_0 e^{-a \int F dz} \quad [\text{gcal/cm}^2 \text{ idő}] \quad (1/a)$$

ahol $a =$ az állomány extinkciós együtthatója. Ennek értéke (0,4–0,8-ig változik, $F =$ a levél felületi index (LAI): $h - z$ rétegvastagságban, (LAI: levél felületi index).

Az (1/a) módosított formula felhasználásával határoztuk meg a természetes növénytakaró és a termesztett növények állományaiban képződött harmatmennyiséget a következőképpen:

$$W_n = \delta W_a \quad (2)$$

A W_n a tényleges harmatmennyiség, δ pedig a növényállományban végzett harmatmérés eredményének és a síkfelületi harmat hányadosa, tehát egy gyakorlati arányosító tényező. Ennek a tényezőnek bevezetését indokoltnak tartjuk, mivel a mikroklimatikus tér minden esetben a makro-légtér fizikai állapotának függvénye, tehát a két mérési érték fizikailag összekapcsolható. Az I. táblázatban bemutatjuk néhány esetre az arányossági tényező értékét.

I. TÁBLÁZAT — TABLE I

A növényállományban és a sík felületen mért harmatmennyiség hányadosa (δ)
Amount of dew measured in a plant crop divided by the amount of dew produced on a plane surface (δ)

Alacsony gyep	Közepesen magas fű	Magas fű	K u k o r i c a			B ú z a		Lucerna
			LAI 1	LAI 2	LAI 3	LAI 1	LAI 2	LAI 3
$\delta: 1,0-1,2$	$1,3-1,4$	$1,5-1,6$	$1,1-1,3$	$1,3-1,4$	$1,5-1,7$	$1,2-1,4$	$1,3-1,6$	$1,5-1,7$

Az arányossági tényezőt — kísérleti mérések alapján — más növényekre és különböző fejlettségi állapotokra is kiterjeszhetőnek tarthatjuk.

A felszín közeli csapadék másik jelentős formája a talaj felső rétegének pórusterében képződött vízmennyiség, az ún. talajharmat (W_t). A talajharmat képződésének feltételeivel aránylag sokan foglalkoztak, ezek közül kiemeljük *Trénel* [16] munkásságát, aki kísérleti úton kívánta meghatározni a különböző feltételek között kialakuló talajharmat mennyiségét. A további vizsgálatok alapjait és eredményeit az alábbiakban foglaljuk össze.

A talajharmat két komponense:

1. A belső térből származó kondenzációs vízmennyiség (W_k),
2. Az alsó talajrétegekből termodiffúzió útján felemelkedő vízgőzből származó vízmennyiség (W_a), e szerint:

$$W_t = W_k + W_a \quad (3)$$

A belső térből származó vízmennyiség megállapítása könnyű feladat; egy-egynyi térfogatra az alábbi:

$$W_k = C \frac{289}{T_k} E_{T_1} - E_{T_2} \cdot 10^{-6} \text{ [g/cm}^3 \text{]} \quad (4)$$

ahol C = a vízgőzzel kitöltött póruster arány,

T_k = a talaj lehülési szakaszának átlaghőmérséklete,

E_{T_1} = a legmagasabb,

E_{T_2} = a legalacsonyabb hőmérséklethez tartozó telítettségi párányomás.

A (4) egyenlőség azonban csak akkor teljesül, ha a talaj nedvességtartalma nagyobb a higroszkópos nedvességtartalomnál, vagy azzal egyenlő. Hangsúlyoznunk kell, hogy a fenti összefüggés elsősorban a nagyobb átmérőjű kapillárisokra, de főképpen a feszültségmentes terekre érvényes, tehát ott, ahol a *Thompson*-effektus csak kis mértékben vagy egyáltalán nem lép fel.

Sokkal nehezebb azonban az alulról a magasabb rétegbe *diffúzió útján felemelkedő vízgőzmennyiség* megállapítása. Kézenfekvő, hogy a diffúzió sebességét

kifejező *Fick*-törvénnyel analóg függvényt kell keresnünk. Az e kérdéssel foglalkozó közlemények szinte számtalan ilyen függvényt írnak le. Mindegyiknek közös vonása, hogy feltételezik a higroszkóposzágon felüli nedvességtartalmat, mivel ebben az esetben a lekötési veszteség elhanyagolható. Feltétel továbbá a hézagszerkezet közel azonos geometriai sajátossága, valamint az, hogy a nedvességtartalom és az ozmotikus különbség a vízgőz-gradiens értékét ne módosítsa. Ebben az esetben *Cary* [2] szerint a vízgőz diffúziójának intenzitása a *Fick*, illetve a *Clausius–Clapeyron* egyenlet segítségével írható fel az alábbi formában:

$$W_a = -C \frac{DpH}{R^2 T^3} \frac{dT}{dz} \text{ [mol/sec cm}^2\text{]} \quad (5)$$

ahol D = a vízgőz hőmérséklettől függő molekuláris diffúziós együtthatója:

$$D = D_o \frac{P_o}{p} \frac{T_o^{2.3}}{T^{2.3}}$$

továbbá H = a víz párolgási hője, R = a gázállandó, T = a hőmérséklet, dT/dz = hőmérsékleti gradiens, p = párányomás. D_o , P_o és T_o = a diffúziós együttható, légnyomás és hőmérséklet standard értékei. Tekintettel arra, hogy a *Cary*-féle egyenlet tagjainak dimenziója a kémiai termodinamikában használt egységek, ezért célszerű ezt átalakított formában alkalmazni:

$$W_a = -\alpha C \frac{DM}{RT} \frac{p}{p - E} \frac{dE}{dz} \text{ [g/cm}^2 \text{ sec]} \quad (5/a)$$

ahol α = a *Penman*-féle konstans (0,66), M = a vízgőz molekulásúlya. A fenti egyenlet — amely *Rollinstól* [5] származik — tovább alakítható úgy, hogy az M/RT arányt a vízgőz koncentrációnak a hőmérséklettől függő értékével helyettesítjük, s így értelemszerűen a dE/dz helyébe a dT/dz hőmérsékleti gradiens kerül. Így jutottunk el ahhoz a legegyszerűbb diffúziós egyenlethez, amelyet *Globus* [4] is alkalmazott:

$$W_a = \alpha \cdot C \cdot D \cdot \frac{dc}{dT} \frac{p}{p - E} \frac{dT}{dz} \text{ [g/cm}^2 \text{ sec]} \quad (5/b)$$

Amennyiben az (5/a), illetve (5/b) egyenletek feltételezéseinket kielégítik, úgy ezek segítségével megállapítható az a vízgőzmennyiség, amely a hőmérséklet-csökkenés irányában helyeződik át. Hangsúlyozzuk, hogy a talajharmatnak e komponense lényegében vízfelvételt, *halmazállapotváltozást és térbeli áthelyeződést* jelent.

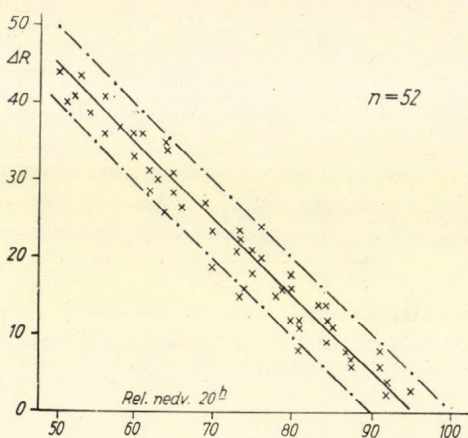
Légköri eredetű mikrocspadék

A talajmenti légtérből származó harmat mennyiségét általában fizikai megfontolásokra épített becsléssel közelítik meg. *Bacsó* [1], [12], ezt a mennyiséget — a fizikai körülményeket figyelembe véve — télen tekinti a legnagyobb-nak. Tekintettel azonban az ez irányú hazai kutatások hiányára, részben a korábban ismerttetett alapokból kiindulva, részben pedig kísérleti úton állapítottuk meg a harmat keletkezésének feltételeit.

A vizsgálatok kiindulási alapját a legegyszerűbb összefüggések képezték. Véleményünk szerint az este 20 órakor mért relatív nedvességnek R_{20} egy állandó értékig R_{krit} kell növekednie a kondenzáció megindulásáig:

$$R_{20} + \Delta R = R_{krit}$$

A kritikus relatív nedvességet kísérleti úton állapítottuk meg. Megfigyelési anyagunkból kiválasztottunk 52 olyan éjszakát, amikor harmat volt megfigyelhető. Az elemzések szerint a kritikus relatív nedvesség – 200 cm magasságban



1. ábra. A 20 órakor mért relatív nedvességtartalom és ennek éjszakai változása között tapasztalt összefüggés harmatképződés idején

Fig. 1. Empirical relation found between the value of relative humidity measured at 20 hours and the nocturnal variation of relative humidity during the production of dew

mérve – 90% feletti, de csak köd esetén éri el a 100%-ot. A szóródás a nedvességprofilban kialakuló változásokból adódik. Emiatt kritikus értéknek a 95%-os relatív nedvességet tekintettük. Energiaforgalmi számítások útján nem tudtunk kondenzációt kimutatni $e/E = 0,9$ esetén, de a két évre terjedő *Woelfe*-rendszerű nedvességi regisztrálások sem utalnak ebben az esetben kondenzáció megindítására a talaj mentén. Így kritikus nedvesség kifejezése konkrétan a következő:

$$R_{20} + \Delta R \cong 95\%$$

A fenti összefüggés teljesülését grafikusan az 1. ábrán mutatjuk be. Ebből látható, hogy az eseteknek csak igen kis százaléka tér el a fenti megállapítástól. Ez az összefüggés teszi lehetővé a *harmat, illetve a déry potenciális számának és gyakoriságának a megállapítását*. Ennek alapján állapítottuk meg az 1964–70. közötti időszakra azoknak az óráknak a havi számát, amelyekben a relatív nedvesség elérte a 95%-ot, azaz amelyekben a kondenzáció megindulhat, illetve folyamatban van. Ezeknek évi átlagos összege 829 óra, ami az összes órák 9,5%-a, tehát nem elhanyagolható nagyság. További kérdés az, hogy miként oszlik ez meg az év folyamán. Erről tájékoztat a II. táblázat 1. sora, mely igazolni látszik *Bacsó* korábban idézett megállapítását, ti., hogy a talajmenti légtérből származó harmat mennyisége télen a legnagyobb.

Természetesen a tartam ismerete mellett fontos kérdés, hogy ez idő alatt mekkora a *kondenzált, illetve szublimált vízmennyiség*. Erre vonatkozóan az (1) egyenletet vettük segítségül, amely nem egyéb, mint a felszín energiamérlegét kifejező összefüggés besugárzásmentes helyzetben. Mindenekelőtt az effektív kisugárzás értéke az, amely döntő lehet a harmat mennyiségének alakulásában.

II. TÁBLÁZAT — TABLE II

A számoszlopok jelentése — *Meaning of the columns*; 1) órák száma amikor a rel. nedv. $\geq 95\%$ — *number of hours with rel. hum. $\geq 95\%$* ; 2) felhőzet (N) — *cloudiness (N)*; 3) effektív kisugárzás derült időben — *effective radiation in clear weather*; 4) tényleges effektív kisugárzás — *actual effective radiation*; 5) óránkénti harmatmennyiség derült időben (W_a) — *hourly quantity of dew in clear weather (W_a)*; 6) felhőzeti redukción tényező (b) — *correction factor of cloudiness (b)*; 7) $b \cdot W_a$; 8) W_a havi összege (1. és 7. oszlop megfelelő számainak szorzata) — *monthly total of W_a (multiplication of the numbers in columns 1 and 7)*; 9) a talaj belső teréből kondenzálódó vízmennyiség (W_k) — *quantity of water condensed from the inner space of the soil (W_k)*; 10) az alsó talajrétegekből diffundálódó vízmennyiség (W_d) — *quantity of water diffused from the lower layers of the soil (W_d)*; 11) W_a havi összege + W_k + W_d — *monthly total of W_a plus W_k plus W_d*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	óra	N	cal/cm ² óra	óra	W_a mm/óra	b	$b \cdot W_a$ mm/óra	dew mm	W_k mm	W_d mm	dew + W_k + W_d mm
jan.	89	0,66	7,4	4,8	0,024	0,93	0,002	1,96	0,0001	1,12	3,08
febr.	90	0,67	7,1	4,7	0,024	0,94	0,023	2,07	0,0012	1,58	3,65
márc.	69	0,62	6,9	4,8	0,037	0,94	0,035	2,41	0,0065	1,97	4,39
ápr.	27	0,48	6,5	5,0	0,039	0,96	0,037	1,00	0,0209	2,36	3,38
máj.	26	0,48	6,3	5,2	0,047	0,96	0,045	1,17	0,0446	3,57	4,78
jún.	47	0,46	6,2	5,2	0,048	0,97	0,047	2,21	0,0676	4,11	6,39
júl.	36	0,35	6,3	5,5	0,048	0,98	0,047	1,69	0,0865	4,38	6,16
aug.	54	0,33	6,3	5,5	0,060	0,98	0,059	3,19	0,0705	4,12	7,38
szept.	65	0,42	6,3	5,3	0,047	0,97	0,046	2,99	0,0384	3,95	6,98
okt.	81	0,52	6,3	4,9	0,041	0,96	0,039	3,16	0,0177	3,35	6,53
nov.	119	0,66	6,5	4,5	0,037	0,93	0,034	4,05	0,0057	2,22	6,28
dec.	126	0,77	6,7	4,0	0,024	0,91	0,022	2,77	0,0012	1,38	4,15
Σ	829	—	—	—	—	—	—	28,67	0,3609	34,11	63,15

Számításaink szerint az éjszakai órák effektív kisugárzása 4,0 – 8,0 gcal cm⁻² óra⁻¹ között változik. Az alsó határérték azonban a harmatképződés éjszakáján lényegesen nagyobbodik, ugyanis általában az erős lehűlés és a nagy mértékű effektív kisugárzás együtt jár, ami a képződés előfeltétele. Így derült égbolt esetén a fenti intervallum 7,5 – 8,5 közötti értékekre csökken. Nem vétünk

III. TÁBLÁZAT — TABLE III

Az óránként képződő harmat mennyisége a különböző hőmérséklet- és szélsebességértékek szerint
Amount of hourly dew production as a function of temperature and wind speed

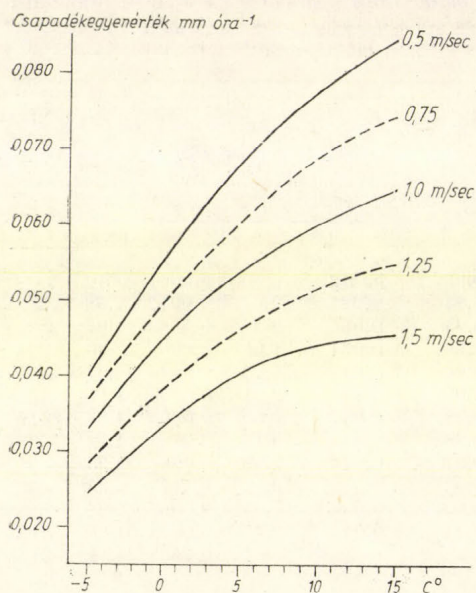
Celsius	15°	10°	5°	0°	—5°
1,0 m/sec	0,065	0,060	0,058	0,045	0,033
1,5 m/sec	0,046	0,044	0,042	0,035	0,025

tehát durva hibát, ha egységesen 8,0 gcal cm⁻² óra⁻¹ értékkel végezzük el az első közelítő becslést. 1 és 1,5 m/sec szélsebességet, valamint a fenti kritikus nedvességtartalom értéket feltételezve az energia mérleg szerinti óránként képződő harmat, illetve dér mennyisége a III. táblázatban látható.

Ebből a számítási eredményből látható, hogy a tartam nem jelenti feltétlenül a mennyiség nagyobbodását is. Ez abból adódik, hogy a dE/dT érték nyáron csaknem kétszerese a télen mérhető értéknek, továbbá, hogy a hőmérséklet emelkedése és a felhőzet csökkenése folytán az effektív kisugárzás nagyobb-

bodik. Tájékoztatásul a *II. táblázatban* közöljük az éjszakai órák átlagos felhőzetének értékét, valamint a derült égboltra vonatkozó éjszakai effektív kisugárzás és a tényleges kisugárzás éjszakai átlagos óraösszegét 1964–70. évek átlagában.

Számításainkat 95%-os relatív nedvességre és minden esetben derült égboltra végeztük, mert rendszeres megfigyeléseink bizonyossága szerint jelentő-



2. ábra. A harmatképződés intenzitásának függése a 2-es szinten mért léghőmérséklettől és szélesebségtől 95%-os relatív nedvesség esetén

Fig. 2. Dependence of the rate of dew production on the temperature and wind speed observed at level 2, in the case of 95% relative humidity

sebb mennyiségű harmatképződés derült vagy csaknem derült égbolt esetén fordult elő.

A vízszintes felületen ilyen módon képződhető harmatmennyiségeket [mm/óra] mutatja grafikusán a 2. ábra, amely egyúttal segédletül szolgálhat a harmat mennyiségének megállapításához különböző szélesebségek esetén, mínusz 5 C° – plusz 15 C° hőmérsékleti intervallumban. A felhőzet hatásának megállapítása céljából meghatároztuk a derült és a különböző felhőmennyiség esetén kialakuló kondenzációs vízmennyiség (b) arányát (*IV. táblázat*).

A harmatképződés idején megfigyelt felhőzet átlaga alapján redukciós tényezőt határoztunk meg. Azt az eredményt kaptuk, hogy harmat – illetve dér – képződés esetén az átlagos felhőmennyiség mintegy 50%-a az évi közepes felhőzetnek. Ezért a *II. táblázat* 2. sorában található átlagos felhőzet félértékére vonatkoznak a 6. sorban található felhőzeti redukáló faktorok. Az 5. sorban pedig a derült égbolt esetén keletkező vízmennyiséget tüntettük fel. Az utóbbi két érték szorzata képezi a 7. sorban levő „viszonylag derült” körülmények között a képződés intenzitását. Az intenzitás (7. sor) és a tartam (1. sor) szorzata adja a keresett *havi átlagosnak tekinthető harmat és dér mennyiségét*. Hét évi átlagban az évi összeg 28,7 mm s ez közel áll a becsléssel megállapított 25–30 mm-hez. A havi eloszlásban is határozott törvényszerűség ismerhető fel. A harmat és dér mennyiség legjelentősebb hányada nyár végén és ősszel képződik; gyakori a képződés megindulása januárban és februárban is, azonban

IV. TÁBLÁZAT — TABLE IV

A borult/derült időben keletkező kondenzációs vízmennyiségek közötti arányossági tényező (b)
Proportionality factor between the amount of dew produced in overcast weather and that produced in clear weather (b)

felhőzet	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
b	0,99	0,97	0,94	0,90	0,85	0,78

az egy alkalommal kialakuló mennyiség csekély 0,11 mm/nap. Az őszi maximális mennyiséget biztosító időszakban az egy éjszaka kialakuló átlagos mennyiség: 0,23 mm. Évi átlagban az egy éjszaka képződő vízmennyiség: 0,19 mm. Kérdés, mennyiben tekinthető ez reális értékeknek. *Monteith* [10] nyomán bemutatunk néhány mért, maximális harmatmennyiséget, melyek 10–12 óra alatt képződtek: Dél-Anglia 0,43; München 0,43; Montpellier 0,22; Moravia 0,25; Moszkva 0,22; Románia 0,17; Debrecen 0,19.

Figyelembe véve az éghajlati adottságokat, számításunk eredménye jól beilleszthető az idézett adatok sorába.

A továbbiakban a *mikroklíma szerepével* foglalkozunk igen röviden. A mikroklíma a légkör fizikai állapotának és a felszín sajátosságának kölcsönhatása. A felszíni sajátosságok közül főként a *növénytakaró* hatását elemeztük. A növénytakaró egyrészt harmatfokozó hatásának bizonyul, mivel a belső tér relatív nedvessége nagy, tehát a kritikus nedvességi érték bekövetkezése valószínűbb. Másrészt a kicsapódás „kétoldalasan” történik s így mennyiségileg ez több vizet jelent. Ha kizárólag a kritikus nedvességtartalom gyakorisági értékeit hasonlítjuk össze növényállományban és az éghajlati megfigyelő állomáson, akkor búzára, kukoricára és lucernára két év átlagában, az *V. táblázatban* levő előfordulási számokat kaptuk.

Az *V. táblázatban* látható különbözőségeket részben energetikai, részben pedig aerodinamikai okokkal magyarázhatjuk. A levélzet gyarapodásával az állomány „mélységében” az effektív kisugárzás csökken, ez a kondenzációs folyamatok megindulását fékezi. Az állomány belsejében a kicserélődés is jelentős mértékben csökken [15], de ez elősegíti a kondenzáció folyamatát. E két ellentétes irányú hatás mérlege az előbb ismertetett tények szerint a képződés feltételeinek javítása irányába tolódik el s ez az oka annak, hogy a kritikus nedvességi értékek nagyobb gyakoriságúak az állományon belül, mint a megfigyelő állomás szokásos magasságában. A teljesség kedvéért a *VI. táblázatban* bemutatunk néhány, a levélfelület nagyságának a sugárzási mérlegre gyakorolt hatását kifejező számértéket.

V. TÁBLÁZAT — TABLE V

A kritikus nedvességérték bekövetkezésének havi gyakorisága [óra] búza-, kukorica- és lucerna-állományban

Monthly frequency of the occurrence of critical values of relative humidity [hours] at the observing station in wheat maize and lucerne crops

	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Megf. áll.	36	38	46	47	58	61
búza	—	49	65	—	—	—
kukorica	—	38	60	73	83	79
lucerna	—	52	65	84	80	77

VI. TÁBLÁZAT — TABLE VI

A sugárzási mérleg egyenlege [gcal/cm² óra] kukorica- és lucernaállományban a felszínen (S₀) és a növényállományban, különböző levélfelületi indexek (LAI 1, 2, 3, 4, 5) esetén
Radiation balance [gcal/cm² hour] in maize and lucerne crops on the surface (S₀) and in the plant crop in the case of various leaf-surface indices (LAI 1, 2, 3, 4, 5)

S ₀	30	20	10	0	-10
kukorica					
LAI 1	18,21	12,14	6,07	0	-6,07
2	11,04	7,36	3,68	0	-3,68
3	6,69	4,46	2,23	0	-2,23
4	4,05	2,70	1,35	0	-1,35
lucerna					
LAI 1	14,91	9,94	4,97	0	-4,97
2	7,41	4,94	2,47	0	-2,47
3	3,66	2,44	1,22	0	-1,22
4	1,83	1,22	0,61	0	-0,61
5	1,50	0,60	0,30	0	-0,30

A VI. táblázatban közölt adatokat az (1/a) egyenlettel számítottuk, melynél az állomány sugárzásmérlegének extinkciós együtthatója kukoricánál 0,5; lucernánál pedig 0,7 volt. Az előbbi érték irodalmi forrásból származó adat, a lucernára pedig összehasonlító kísérleti mérés útján állapítottuk meg. A táblázatból megállapítható, hogy sugárzásforgalmi szempontból az állomány felső rétegében kedveznek a feltételek a harmatképződés folyamatának. Az aerodinamikai feltételek ezzel ellentétesen alakulnak. Saito [15] vizsgálatai szerint a kicserélődési, illetve turbulens diffúziós együttható extinkciós tényezője 2,0–4,5 érték körüli, tehát az állomány felületétől a felszín felé haladva a diffúziós együttható sokkal nagyobb mértékben kisebbedik, mint amilyen arányban mérséklődik a kisugárzás útján beálló hővesztés. Ez az oka tehát annak, hogy nem az állomány felszínén, hanem a belsejében keletkezhet nagyobb harmatmennyiség. Ezt az állítást igazolja a kritikus nedvességtartalom profil menti eloszlása is. Ebből az eloszlásból határoztuk meg a δ redukciós tényezőt (I. táblázat), amelyet a (2) egyenletben szorzótényezőként felhasználtunk. Az említett növényekhez hasonlóan meghatározható, s ezúton közelítőleg megbecsülhető egy-egy időszak vagy akár az egész évi légköri eredetű mikrocsepadék mennyisége is.

A felszín alatt képződő kondenzációs és szublimációs termékek mennyisége

A felszín alatti belső térből származó kondenzációs és szublimációs termékek csupán az egyik összetevőt jelentik, s a vizsgálatok szerint ennek mennyisége csekély. A talajhőmérsékleti hullám mélység szerinti eltolódása (fáziskésése) módosítja a kondenzációs folyamatok megindulását, amplitúdójának mélységgel való csökkenése pedig mérsékli azok intenzitását. Mivel e termékek mennyiségét kizárólagosan a dE/dT , a levegővel kitöltött térfogat arány és a hőmérséklet változás határozza meg, ezért csak az ezekre vonatkozó megállapításainkat foglaljuk össze.

A levegővel kitöltött térfogat arány a talaj különböző rétegeiben egymástól eltér, s évszakonként is változó. Elsősorban a felső 0,3–0,4 mm vastagságú

rétegre vonatkozó levegőarányt határoztuk meg, mert a képződés folyamata ezekben a legjelentősebb. Ennek az aránynak a vertikális eloszlása évszakonként változó: nyáron a felső rétegekben a levegővel kitöltött térfogat arány nagy, s a mélyebb rétegek felé haladva fokozatosan csökken, tavasszal és ősszel ennek a fordítottja áll. A vertikális eloszlásnak e sajátosságát a talaj nedvességtartalmának évszakai alakulásával hozhatjuk kapcsolatba, ugyanis éppen ellentétes annak változásával. Természetesen bizonyos szerepet játszik ebben a térfogatsúly is, amely a felszíni rétegektől a mélyebb rétegek felé haladva nő, s ennek megfelelően a levegő térfogat aránya csökken. A levegővel kitöltött arány átlagosan az alábbi módon alakul: őszi, tavasz: 0,3 – 0,4; nyár: 0,4 – 0,6. A dE/dT értéke ismert, a hőmérsékletváltozás pedig a megfigyelési anyagból állapítható meg [13], [14].

A belső tér vízgőzkészletéből származó csapadék előrevárhatóan csekély. Mielőtt a vízbevitel alakulásában játszott szerepének megítélésében állást foglalnánk, tekintsük a II. táblázat 9. sorát, amely a felső talajrétegben keletkezett kondenzációs és szublimációs termékek havi összegeit tartalmazza. Könnyen megállapítható, hogy a felszín alatt képződő mikrocsapadéknak e formája elhanyagolhatóan csekély, hiszen évi átlagos összege a 0,4 mm-t sem éri el. A nyári félévben a hőmérsékleti amplitúdó viszonylag nagy értéke következtében a kondenzáció útján keletkezett vízmennyiség alkotja csaknem a teljes évi összeget (91%). A legnagyobb havi összeg (0,0865 mm) a legmelegebb nyári hónapban alakul ki.

A felső talajréteg fogalmához néhány megjegyzést fűzünk. A téli félévben a hőmérséklet napi hulláma csak 30–40 cm mélységig hatol le, ezért a képződési tér alsó határa is eddig a mélységig terjed. Nyáron a hőmérsékleti hullám amplitúdója mintegy 60 cm mélységben válik zérussá, tehát a képződési tér nyáron nagyobb. A belső talajter levegőjéből származó vízmennyiség nyári növekedésének így kettős oka van; egyrészt a képződési tér nagyobbodása, másrészt a hőmérsékleti amplitúdó fokozódása. A felső talajréteg fogalmán tehát azt a talajszelvényt értjük, amelyben a hőmérsékletnek napi ingása van.

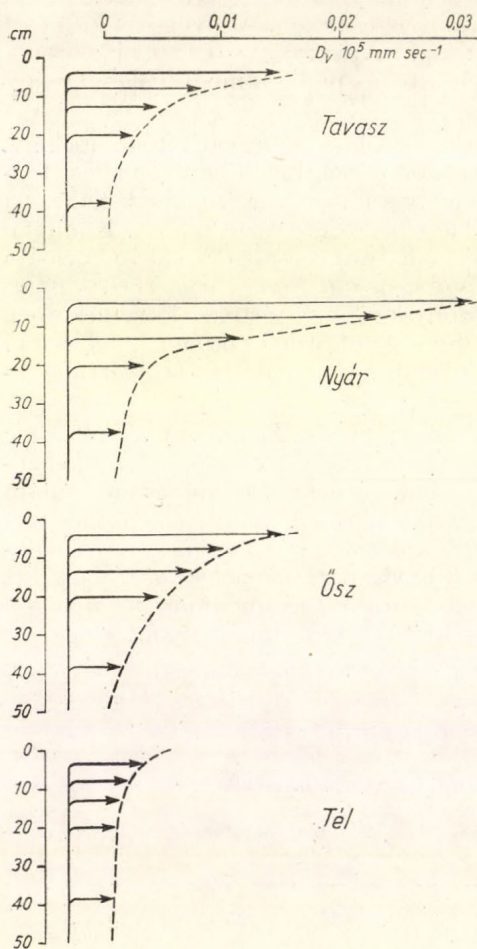
A talaj alsóbb rétegeiből diffúzió útján felemelkedő vízmennyiség a talajharmat

VII. TÁBLÁZAT — TABLE VII

A talajhőmérsékleti inverzió átlagos tartama [óra/nap] és a talajhőmérsékleti gradiens átlagértéke $[dT/dz \cdot 10^2 \text{C}^\circ]$ az inverzió idején
Average duration of the soil temperature inversion [hours/day] and average values of the soil temperature gradient $[dT/dz \cdot 10^2 \text{C}^\circ]$ at the time of inversion

talajréteg cm	2—5	5—10	10—15	15—25	25—50	Σ
	inverzió tartama					
Tavaszi	13	13	12	11	7	56
nyár	13	13	12	7	6	51
ősz	16	15	14	13	18	76
tél	17	16	19	20	24	96
	$dT/dz \cdot 10^2 \text{C}^\circ$					
Tavaszi	3,98	2,00	1,22	0,64	0,29	
nyár	4,30	3,18	2,26	0,52	0,21	
tél	3,77	2,42	2,00	0,98	0,33	
ősz	1,00	0,64	0,58	0,40	0,37	

legjelentősebb forrása. Mivel a talaj pórusterében levő vízgőz csaknem minden esetben telített állapotban van, ezért csak hőmérsékleti különbség hozza mozgásba. A talaj periodikus hőmérsékletváltozása a talajban levő vízgőz mozgásának legfontosabb szabályozója. A korábbi részben bemutatott diffúziós egyenletek szerint a vízgőz éjjel a felszín felé áramlik, tehát a felszín a kondenzációs folyamatok szempontjából konvergencia-felületként viselkedik. A vízgőz kon-



3. ábra. A felszín felé irányuló vízgőz diffúziójának átlagos intenzitása az elemi rétegekben a különböző évszakokban

Fig. 3. Average intensity of the upward diffusion of water vapour in the elementary strata for various seasons

vergenciája annál erőteljesebb, minél nagyobb hőmérsékleti gradiensek alakulnak ki e felület közelében s emellett a keletkezett talajharmat annál több, minél hosszabb ideig áll fenn talajhőmérsékleti inverzió. A VII. táblázatban évszakos bontásban mutatjuk be, hogy a hajdúsági löszháton kialakult mezőségi talajban milyen mértékű az inverzió $dT/dz \cdot 10^2$ az egyes rétegekben, valamint hogy átlagosan, naponta hány órát tart a fordított hőmérsékleti rétegzettség.

Az inverzió tartama az év második felében lényegesen felülmúlja a középértéket. Télen az inverzió tartama csaknem kétszerese a nyárinak. Ugyancsak jelentős az inverziós órák száma ősszel is. A gradiensek ezzel ellentétesen alakul

nak az 1964–70. évek átlagában: tavasszal nagyok, ősszel pedig valamivel csekélyebbek.

Külön figyelmet érdemel az *inverziós órák mélység szerinti változása* és az ezzel egyidejűleg kialakult gradiensek változása. A tavaszi hónapokban a mélység nagyobbodásával az inverziós órák száma csökken, ősszel pedig ezzel ellentétes helyzet bontakozik ki. *A gradiensek mélység szerinti változása* is jellegzetesen eltér a két évszakban: *tavasszal a gradiensek erőteljesek, de rövid tartamúak, az őszi félévben a gradiensek mérsékeltőbb nagyságúak, de tartósak.* Ez a magyarázata annak, hogy a diffúzió útján felemelkedő vízgőz mennyisége nyáron és ősszel nagy, télen és tavasszal csekély.

A vízgőz-diffúzió mm-ben kifejezett vízegyenértékének havi összegeit a *II. táblázatban* a 10. sor mutatja be. A várakozásnak megfelelően a nyári és őszi hónapok értékei emelkednek ki a többi összeg közül, viszonylag nagy értékkel:

nyár + ősz	22,43 mm
tél + tavasz	11,68 mm
évi összeg	34,11 mm

Az évi összeg 34,11 mm, amely megegyezik több szerző számításával. Egyes kutatók évi 60–80 mm-re becsülik a talajharmat összegét, amit feltétlenül irreálisnak, túl soknak kell minősítenünk.

A diffúzió intenzitását mutatjuk be a *3. ábrán*, évszakos bontásban, a különböző mélységű elemi rétegekben. Ebből világosan kitűnik a nyári és az őszi évszakok alatti erőteljes diffúzió, amely a nagy vízegyenértékeket létrehozza.

Eredményeink tájékoztatnak arról is, hogy a diffúziós víz havi csapadék-egyenértéke miként oszlik meg a talajban 0–50 cm között, azaz azokban a rétegekben, amelyekre általában a talajhőmérsékleti mérések vonatkoznak. Ezt a *VIII. táblázatban* mutatjuk be.

VIII. TÁBLÁZAT — TABLE VIII

A diffúziós víz csapadék-egyenértéke [mm] évszakonként a különböző mélységű talajrétegekben
Precipitation equivalent of diffusional water [mm] according to season of the year in various soil depths

Talajréteg cm	2—5	5—10	10—15	15—25	25—50	Σ
tavasz	0,63	0,55	0,35	0,33	0,21	2,07
nyár	1,37	1,69	0,90	0,22	0,20	4,38
ősz	0,86	0,83	0,67	0,61	0,68	3,65
tél	0,15	0,16	0,19	0,23	0,63	1,36

A talajhőforgalom sajátosságának megfelelően télen a profil ellentéte a többi évszakénak, de természetesen az elemi rétegek összegei a mélység növekedésével csökkennek.

Miután röviden összefoglaltuk a különböző módon képződött felszínközeli csapadékformák évszakos változásait, a teljesség kedvéért összehasonlítjuk ezeknek évi összegét is (*IX. táblázat*).

A mikrocsapadékokból származó évi vízmennyiség közel azonos az átlagos havi legnagyobb csapadékösszeggel s így természetes, hogy jelentősnek kell minősítenünk. Mivel az ismertetett módon keletkező mikrocsapadékok egy

része bekapcsolódik az egyes ökoszisztémák vízforgalmába jelentős ökológiai faktor lehet; egészében azonban nem tekinthető a bioszférikus réteg vízbevételei tagjaként. Ugyanis az éjszaka felemelkedett és kicsapódott vízgőz egy része nappal „visszadiffundál” az alsó rétegekbe, jóllehet — számításaink szerint — kevesebb víz diffundál vissza, mint amennyi éjszaka felemelkedik. A halmazállapotbeli pulzáció főként nyáron jelentős. Végeredményben a bemutatott

IX. TÁBLÁZAT — TABLE IX

A harmat (W_a), a talajból kondenzálódott (W_k) és diffundálódott (W_d) víz évi összege
Yearly total of the dew (W_a), water condensated (W_k) and diffused (W_d) from soil

	W_a	W_k	W_d	Összes
mm	28,67	0,36	34,11	63,14
%	45,41	0,57	54,02	100,00

desztillációs folyamat olyan mennyiségű vizet hoz gőzhalmazállapotú mozgásba, amely a talaj felső rétegeinek vízforgalmában — más összetevők mellett — mint láttuk, nem elhanyagolható.

IRODALOM

- [1] *Bacsó, N.*: Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1959, 302 p.
- [2] *Cary, J. W.*: Soil moisture transport due to thermal gradients: Practical aspects. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 30. k. 1966. 428—433.
- [3] *Fritsche, G.*: Vergleichende Messungen mit Leickschen Platten. Bioklim. Beiblätter. 1. k. 1934. 66—73.
- [4] *Globus, A. M.*: On thermal transfer of several substances in porous media. Internat. Soil Water Symp. Disc. Praha. 1967. 123—132.
- [5] *Hanks, R. J.*: Water vapor transfer in dry soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 22. k. 1958. 372—374.
- [6] *Hiltner, E.*: Der Tau und seine Bedeutung für Pflanzenbau. Wiss. Arch. Landw. Ser. A. 3. k. 1930. 1—70.
- [7] *Hiltner, E.*: Der Tau und seine Bedeutung für den Wasserhaushalt der Kulturpflanzen. Prakt. Bl. Pflanzenbau. 8. k. 1931. 223—233.
- [8] *Hofmann, G.*: Die Thermodynamik der Taubildung. Ber. d. Dt. Wetterdienstes. 3. k. 1955. No. 18. 45 p.
- [9] *Leick, E.*: Der Tau als Standortfaktor. Ber. Dt. Bot. Ges. 51. k. 1934. 409—442.
- [10] *Monteith, J. L.*: Dew: facts and fallacies. in: The water relations of plants. Blackwell Sci. Publ. 1963. 37—56. Print. Adlard-Son LTD. Dorking.
- [11] *Steiner, L.*—*Fleischmann, R.*: Harmatmérések Kompolton a Nagyalföld északi szegélyén. Meteorol. és Földmágn. Int. Hiv. Kiadv. 12. k. 1936. 28 p.
- [12] *Szász, G.*: Kondenzációs folyamatok megfigyelése és mérése homoktalajban. Agrokémia és Talajtan. Tom. 16. 1967. No. 4. 663—668. (Válaszcikk: *Bacsó*, in id., 669—670.)
- [13] *Szász, G.*: A debreceni löszhát talajának hőforgalma. Időjárás, 74. évf. 1970. 383—392.
- [14] *Szász, G.*: A hajdúsági löszhát talajhőforgalmi vizsgálatának újabb eredményei. (Megjelenés alatt.)
- [15] *Saito, T.*: On the wind profile within plant communities. Bull. Nat. Inst. Agricult. Sci. Tokyo. Ser. A. No. 11. 1964. 67—72.
- [16] *Trénel, M.*: Über Kondensationsvorgänge im Boden. Sitzungsberichte d. Deutschen Akademie d. Landw. Wiss. 6. k. 1954. Nt. 4.

*

ESTIMATING OF THE AMOUNT OF PRECIPITATION FORMED NEAR TO THE SOIL SURFACE

Relatively few informations are available on the amount of precipitation formed near to the soil surface, though it is a significant factor in the energy transport and water movement of the biosphere. A number of attempts has been made for its experimental determination. The measurements had were connected with several difficulties, therefore, it seems obvious to determine this factor in mathematical way.

The components of precipitation formed near to the soil surface are the following:

- a) microprecipitations of atmospheric origin (dew, hoarfrost), W_a ;
- b) precipitation formed by condensation in upper soil layers, W_k ;
- c) an amount of water coming up from the deeper soil layers by diffusion, W_d .

Accordingly, we have, for the microprecipitation produced in the near-the-ground layers (W_m):

$$W_m = W_a + W_k + W_d \text{ [mm/time]}$$

Consequently the amount of microprecipitations of atmospheric origin has been determined by using the energy exchange model of *Monteith* according to equation (1) expressing the precipitation amount formed on a flat surface [mm/hour⁻¹]. A higher value of microprecipitation has been observed in a plant community, since the surface for microprecipitation formation and the relative humidity of air are higher within the crops however, the (turbulent) exchange and the outgoing radiation is smaller than on a flat surface.

The microprecipitation formed in plant community is

$$W_n = \delta W_a$$

where W_n and W_a are the amount of microprecipitation formed within the crops and on the flat surface, δ is a proportionality factor representing the properties of plants and varying between 1,0 and 1,7 values. The value of quantity W_a has been determined by equation (1) including 95% relative humidity, given temperature and wind speed data as well as by using *Fig. 2*. According to the observations the dew forms, when nocturnal relative humidity reaches or exceeds the value of 95%. The relationship between the relative humidity measured at 20 o'clock and the relative humidity variation to the dew formation (ΔR) too, shows that about 95% relative humidity is the value, at which the dew formation begins (*Fig. 1*.) The number of hours with relative humidity between 95 and 100% is representing approximatively the potential length of dew production. (In this case the rainfall duration is neglected.) Intensities of atmospheric microprecipitations and the monthly amount of formed water quantity are shown in lines 7 and 8 of *Table II*.

The annual sum calculated in the mentioned manner is equal to 28,67 mm, which is in a good agreement with the results determined by different estimates. The monthly sum and the intensity of microprecipitation formation are the highest in August and September. On the basis of the duration [hour/month⁻¹] of dew formation (1st line of *Table II*) it can be seen that the highest monthly sums formed under no long duration of dew formation, that is, the monthly amount of microprecipitation of atmospheric origin depends first of all from the intensity of dew formation [mm/hour].

A considerable amount of water (W_t) appears in the upper layers of the soil too. In this case the upper soil layers are defined as the layers including the wave of diurnal temperature variations. The sources of microprecipitations formed in the upper layers of soil are the following:

- a) condensation of water vapour in the soil (W_k);
- b) diffusion of water vapour from the lower strata of soil (W_t).

The water amount formed from soil condensation was calculated by equation (4), in which C is the rate of the volume of pores filled by water vapour; T_k is the average temperature concerning to cooling process of the soil; E_{T_1} and E_{T_2} are the saturation vapour pressures corresponding to the highest and the lowest temperature respectively. Monthly and annual sums of the values calculated in the mentioned manner are very little (line 9 in Table II.) they may be, therefore, practically neglected in calculations.

The amount of water coming up by diffusion from the lower soil strata into the upper soil layers and condensating there, which is called distilled water, has been determined by the formulas (5/a) and (5/b) derived from the *Clausius-Clapeyron* equation. The meanings of the symbols are the following: α is the *Penman's* constant, D is the diffusion coefficient of water, dc/dt the rate of concentration change of water vapour according to absolute temperature, dT/dz is the gradient of soil temperature, M is the molecular weight of water, R is the universal gas constant. Monthly sums of the water uptake are given in line 10 of *Table II*; the annual sum is equal to 34,11. The principal factors influencing the amount of water coming up into the upper soil layers by diffusion are the following:

- a) duration of the nocturnal inversion of temperature;
- b) the temperature gradient in the inversion.

In the upper soil layers (0–10 cm) the duration of the inversion in spring and in summer is 13 hours in the average of 7 years, this value decreases downward in the deeper soil strata (in 25–50 cm 6–7 hours), however in autumn and in winter time the duration of inversion is significantly longer (in 25–50 cm: 18–24 hours). The average values of diffusion in the various seasons are given in *Fig. 3*.

The annual sum of the different microprecipitations is equal to 63,14 mm (see *Table*), since in this territory the annual average rainfall (1901–50) is 583 mm, the mentioned quantity of microprecipitations is unnegligible (11% of the annual average rainfall) and it is interesting to compare this quantity with the highest monthly rainfall amount, which is equal to 69 mm. Accordingly the highest annual average rainfall exceeds the annual sum of microprecipitations only with some millimeters. All the amount of microprecipitations, however, does not enter into the hydrological cycle, because in daytime a part of this quantity moves downward under the influence of diffusion into the deeper layers of soil. But the latter quantity is smaller, than the quantity going into the atmosphere. The water content stored in the soil is coming up to the surface in different way, and finally it evaporates from the surface to the atmosphere.

A burgonya vízigénye és öntözővíz-szükséglete

ANTAL EMÁNUEL és ENDRŐDI GABRIELLA, Központi Légtérfizikai Intézet, Budapest

Потребность картофеля в воде и количество воды, необходимое для орошения. Авторы обобщают результаты опытных измерений, проведенных в г. Сарваш ($\varphi=46^{\circ}50'$, $\lambda=20^{\circ}38'$, $H=83\text{м}$) за 8 лет с использованием измерительной суммарного испарения. Обнаружена связь потребности специального венгерского сорта картофеля в воде с метеорологическими и биологическими факторами и подчеркивается экономичность орошения. Обобщая полученные из наблюдений соотношения, авторы определяют средние величины потребности картофеля в воде и необходимого для орошения количества воды для всей страны.

*

A szántóföldi növények vízfelhasználásának és a szervesanyag képzésének alakulását a meteorológiai viszonyok határozzák meg, de jelentős mértékben szabályozzák a növény fiziológiai sajátosságai és a talaj fizikai tulajdonságai is. A maximális termés egyik fontos feltétele a növény vízigényének kielégítése, amit általában a szántóföldi vízkapacitás körüli talajnedvességkészlet biztosít.

Az egyes növényfajoknál más és más az a talajnedvességtartalom, amely a szervesanyag felhalmozódását már gátolja vagy csökkenti. Ezt rendszerint az *optimális talajnedvesség alsó határának* nevezik. Értéke függ az adott növény fejlődési állapotától, a talaj agro-hidrofizikai jellemzőitől és a meteorológiai viszonyoktól.

A növények vízigénye számítással vagy méréssel határozható meg. A számítási eljárásokhoz tartozik pl. a *termésstatistikai módszer*, amely a meteorológiai elemek és a terméseredmények közötti kapcsolatkeresésen alapul (Berényi, 1942).

A mérések *kisméretű tenyészeményekben és szabadföldi kisparcellákon* történnek. Ezek előnyeit egyesíti a *Thornthwaite-Mather rendszerű (Thornthwaite és Mather, 1955) kompenzációs evapotranspirométer*. A burgonyaállomány vízszükségletének vizsgálatára a *Szarvasi Agrometeorológiai Kutatóállomáson*, 1964–71 között mi is ilyen berendezést használtunk (Antal, 1966). A kísérleti terület réti talajának fontosabb agrofizikai jellemzőit az *I. táblázatban* mutatjuk be.

A kísérleteket a középkései érésű Kisvárdai rózsával végeztük, $62,5 \times 40$ cm-es sor- és tőtávolságban (40.000 tő/ha). A tenyészkádnak vízellátása az állománysűrűség, a fajta és az összes agrotechnikai eljárás mind a 8 évben azonos volt.

Az evapotranspirométerben levő növényállomány vízfogyasztását *optimális evapotranspirációnak* nevezzük, ami azt a vízmennyiséget jelenti, amit az egyenletes, optimális vízellátású növényzet és a talaj együttesen párologtat. Feltételezhetjük, hogy a transpiráció potenciális, az evaporáció azonban nem. Az optimális evapotranspiráció végeredményben az optimálisan öntözött növényzet transpirációjának és a talaj evaporációjának az összege.

Az evapotranspirométer talaja a tenyészidőszak folyamán a mérések szerint a felső 40 cm-es réteg szántóföldi vízkapacitásig való feltöltődésekor 149 mm vizet tárolt, és 8 évben egyszer, a legszárazabb időszakban ez az érték 120 mm-re csökkent. Ezek szerint a tenyészkádnak a talajvízszint fölötti rétegben a nedvességtartalom csökkenése maximálisan 29 mm-t érhetett el, ha huzamosabb ideig nem volt csapadék vagy öntözés. Ez indokolja a fenti

megállapításunkat az optimális evapotranspiráció fogalmának használatakor, miszerint a talaj evaporációja nem, ill. csak időnként potenciális, de a vízellátás kielégítő. A tenyészedény talajának nedvességekészlete szélső esetben tehát a szántóföldi vízkapacitás 80%-ára csökkent, átlagosan azonban 88%-a volt.

A jó burgonyatermés azt igazolja, hogy sikerült az evapotranspirométerekben kedvező nedvességállottságot biztosítanunk. *Avrigeanu* (1960) a burgonya számára 65–70%-os talajnedvességet (a vízkapacitás %-ában) tart optimálisnak, alsó határként 55–60%-ot állapított meg. *Iljin* (1963) szerint aszályos években 75% az alsó határ, ám kedvezőbb időjárási viszonyok között 65%-ig is csökkenhet a nedvességekészlet. *Cihova* (1961) kutatásai azt mutatták,

I. TÁBLÁZAT — TABLE I.

Talajfizikai jellemzők a Szarvasi Agrometeorológiai Kutatóállomáson — *Soil-physical characteristics on the site of the Research Station for Agricultural Meteorology at Szarvas*: hy: higroszkóposág — *hygroscopicity*; Ts: térfogatsúly — *specific bulk*; Fs: fajsúly — *specific gravity*; Öp: összporozitás — *total porosity*; HV: holtvíztartalom — *wilting point*; VK_{min}: szántóföldi vízkapacitás — *field capacity*. Talajtípus: mélyen karbonátos, mély humuszrétegű réti talaj, a humuszréteg mélysége 145 cm — *Soil type: deeply carbonateous meadow soil with a deep humus layer, depth of the humus layer 145 cm*; pH: at 10 cm = 6,8, at 100 cm = 7,2, at 120 cm = 8,0.

Réteg cm	hy	Ts gr/cm ³	Fs gr/cm ³	Öp tf%	HV mm	VK _{min} mm
0—10	4,7	1,297	2,60	50,2	18,7	32,5
10—20	4,7	1,480	2,60	43,1	18,7	37,1
20—30	4,6	1,447	2,60	44,4	17,4	38,8
30—40	4,6	1,423	2,60	45,3	18,4	38,2
40—50	4,6	1,438	2,60	44,7	18,4	38,1
50—60	4,7	1,465	2,65	44,8	18,7	39,1
60—70	4,3	1,496	2,65	43,6	17,2	36,9
70—80	4,1	1,540	2,65	42,8	16,6	37,9
80—90	4,0	1,517	2,67	42,7	16,0	37,6
90—100	3,8	1,532	2,67	41,5	15,2	37,7

hogy amikor a nedvességtartalom a szántóföldi vízkapacitás 70%-a alá süllyedt, a transpiráció és a termés mennyisége is csökkent. *Albinet* (1959) úgy érte el a legnagyobb termést, hogy a talaj nedvességekészlete a vízkapacitás 80%-a alá nem süllyedt, de kiváló terméseredményről számolt be abban az esetben is, amikor 65%-nál kezdte meg az öntözést. Hazai kutatások során *Hajdú* (1964) 60%-ban állapította meg a kedvező nedvességekészlet alsó határát.

Az evapotranspirométerekben levő 70 cm vastagságú talajréteg, amely a gyökerek befogadására szolgált, vékonynak tűnik, s ebből 20–30 cm-nyi a talajvíz. Egyes kutatók szerint azonban (*Dubetz et al.*, 1962) az öntözött burgonya a felső 30 cm-es rétegből elégíti ki vízszükségletének 50%-át, a 60 cm-es rétegből pedig több mint 75%-át. Szarvasi kísérleteink során a felszíntől félméternyire levő talajvízszint a burgonya gyökérzetének 40–50 cm-es talajvíz nélküli termőréteget biztosított, ez a növény fejlődése szempontjából kedvező feltétel, amit a későbbiekben bemutatásra kerülő terméshozamok is bizonyítanak. Mindezek alapján a tenyészedények segítségével mért optimális evapotranspirációt közelítőleg azonosnak tekintjük a burgonya vízszükségletével.

Az optimális evapotranspirációt a tenyészedény vízháztartási egyenletéből határoztuk meg. A bevételi oldalon a csapadék (*Cs*), a felülről történő öntözés

(\ddot{O}_t), az alulról történő vízutánpótlás (S) (amit a mérőedény skáláján olvasunk le), és az evapotranspirométer talajának nedvességekészlet-változása (ΔK) áll, elhanyagolva a harmatból származó bevételt. Kiadásként a talaj evaporációja és a növény optimális transpirációjának együttese (ET_{opt}) szerepel, valamint a csapadék vagy az öntözés következtében előálló és mérhető visszafolyás (F). A tenyészkiad vízháztartási egyenlete tehát:

$$Cs + \ddot{O}_t + S \pm \Delta K = ET_{opt} + F \quad (1)$$

Az összefüggés minden tagját – kivéve a ΔK -t és így természetesen az ET_{opt} -ot – naponként mértük. A ΔK naponkénti értékeinek számítására az

II. TÁBLÁZAT — TABLE II

	dátum	tartam napok — days
vetés — seeding	ápr. 16.	26
kelés — sprouting	máj. 12.	25
bimbózás — budding	jún. 6.	7
virágzás kezdete — beginning of flowering	jún. 13.	22
virágzás vége — end of flowering	júl. 5.	22
főfejlődés vége — end of main development	aug. 31.	26
betakarítás — harvesting	szept. 5.	36

„ A ” kád párolgásának mértékét vettük figyelembe (Antal, 1968). Az eljárás természeténél fogva némi eltolódást okozhat az ET_{opt} napi értékeiben, pentád és dekád értékekben azonban már jelentéktelen a mért és a számított értékek közötti eltérés, ezért a 10 vagy 5 naponkénti összegeket, illetve azok átlagait tekintjük megbízhatóknak.

A nyolc kísérleti évben részletes fenológiai adatgyűjtést is végeztünk. Feljegyeztük a fenológiai fázisok időpontját az ültetéstől a betakarításig. Ezeket az adatokat a 8 év átlagában a II. táblázat tartalmazza. A vegetációs időszak hossza átlagosan 142 nap. Megjegyezzük: a „főfejlődés vége” az állomány fejlődésében azt az állapotot jelentette, amikor az alsó levelek sárgultak, a lombhozat fellazult, a burgonya szára pedig megroskadt.

A burgonyaállománynak az evapotranspirométerekkel mért vízfogyasztását havonkénti összegekben a III. táblázat tartalmazza, amelynek utolsó oszlopa az egész tenyészidőszakban (ültetéstől a betakarításig) elfogyasztott mennyiséget tünteti fel. Az áprilisi és a szeptemberi összegeket nem hasonlíthatjuk össze, mivel az egyes években a vetés és a betakarítás a hónap különböző napjain volt. Amint a táblázatból látható, 418 és 564 mm között változott a burgonya vízszükséglete, 8 év átlagában pedig 471 mm volt. A maximális havi összeg 1970. júliusában fordult elő, 180 mm, amely 5,8 mm-es átlagos napi evapotranspirációt jelent. Ez a csúcspont egybeesik a virágzás időszakával.

A Kisvárdai rózsaburgonya havonkénti átlagos vízszükségletét az évi összes vízfogyasztás %-ában kifejezve megállapítható, hogy a középkései burgonya összes vízszükségletének több mint a felét (62%-át) június – júliusban, vagyis a bimbózás kezdetétől a főfejlődés végéig tartó időszakban igényelte (III. táblázat). Ez még szembetűnőbb, ha fenológiai fázisok szerint csoportosítjuk adatainkat, amelyek ugyancsak megtalálhatók a IV. táblázatban. A bimbózás kezdetétől a főfejlődés végéig, amely a tenyészidő egyharmadát jelenti, a növényállomány az összes vízfogyasztás 58%-át használta fel. A 8 évben a 10

III. TÁBLÁZAT — TABLE III

A burgonya (*Kisvárdai róza*) kompenzációs evapotranspirométerrel mért vízfogyasztásának havi összegei [mm]. A zárójelben levő számok áprilisban a vetés, szeptemberben a betakarítás időpontját jelentik

Monthly totals [mm] of the water consumption of potatoes (Rose of Kisvárdá) measured by using evapotranspirometers. Numbers in brackets in April give the time of seeding and the ones in September mean the time of harvesting

Év	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	IV—IX.
1964	(16) 11	77	162	131	70	(1) 1	452
1965	(1) 44	55	108	135	74	(1) 2	418
1966	(11) 39	107	141	145	124	(4) 8	564
1967	(16) 21	60	131	190	72	(5) 8	482
1968	(9) 28	52	175	152	64	(5) 7	478
1969	(26) 10	30	102	172	110	(10) 24	448
1970	(V. 9.)	43	101	180	116	(10) 15	455
1971	(13) 19	62	163	161	68	(VIII. 31.)	473
Átlag	25	60	134	157	86	9	471

napi összegekből számított átlagos napi evapotranspiráció legmagasabb a virágzás idején, 5,2 mm. Egyes napokon, amikor a léghőmérséklet és a telítési hiány nagy, ennek kétszerese is elpárologhat, míg hűvös, nedves napokon az átlagos értéknek a felét sem fogyasztja el az állomány.

IV. TÁBLÁZAT — TABLE IV

I. (a) A burgonya havi átlagos vízszükséglete — *Monthly means of the water requirement of potatoes*; (b) az előbbi kifejezve az évi összes vízfogyasztás %-ában — *the former quantities expressed as the percentages of the total annual water use*; (c) a napi átlagos párolgás havi értékei — *monthly values of the daily mean evapotranspiration*; (d) a napok száma — *the number of days*

II. Az I. részben szereplő (a), (b), (c), (d) fenológiai fázisok szerint meghatározott értékei — *Values of the quantities enumerated under I/a, I/b, I/c and I/d according to the phenological periods*. A fenológiai fázisok jelölése — *Symbols of the phenological phases*: A = vetés — *seeding*; B = kelés — *sprouting*; C = bimbózás — *budding*; D = virágzás kezdete — *beginning of flowering*; E = virágzás vége — *end of flowering*; F = főfejlődés vége — *end of main development*; G = betakarítás — *harvesting*. Szarvas, 1964—1971.

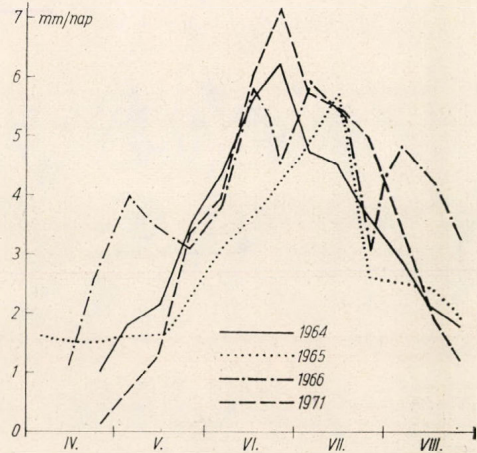
hónap	I. rész				feno- fázis	II. rész			
	a	b	c	d		a	b	c	d
	mm	%	mm/nap	nap		mm	%	mm/nap	nap
ápr.	25	5	5,1	15	A	40	9	1,5	26
máj.	60	13	2,0	31	B	61	13	2,4	25
jún.	134	29	4,5	30	C	24	5	3,4	7
júl.	157	33	5,1	31	D	114	24	5,2	22
aug.	86	18	2,8	31	E	136	29	5,1	26
szept.	9	2	1,8	4	F	96	20	2,7	36
Átlag:	471	100	3,3	142		471	100	3,3	142

Az időjárásnak a vízfogyasztásra gyakorolt hatásáról nyerünk képet, ha az azonos víz- és tápanyagellátásban részesített burgonya evapotranspirációját összehasonlítjuk a különböző tenyészidőszakokban (I. ábra). A vízfogyasztás napi értékeit a tíznaponkénti összegek átlagolásával nyertük. Jól láthatók

a görbéken a törések, amelyek teljesen megegyeznek a léghőmérséklet változásával. A 2. ábrán az 1964–71-es időszak átlagos optimális evapotranspirációjának menetét tüntettük fel a főbb fejlődési fázisokkal együtt. A vetés és a kelés idején az átlagos napi vízfogyasztás 1,5 mm körüli, majd a kelés után rohamosan növekszik a virágzás végéig, 5,5 mm/nap maximumig, és azután az emelkedés üteméhez hasonló mértékben csökken.

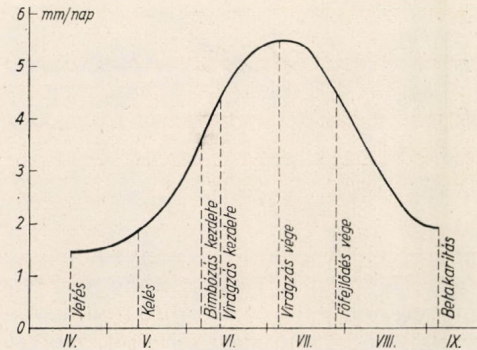
1. ábra. A burgonya napi vízszükségletének változása a tenyészidő folyamán különböző években (Szarvas)

Fig. 1. Variation of the daily water requirement of potatoes during the growing season in different years at Szarvas



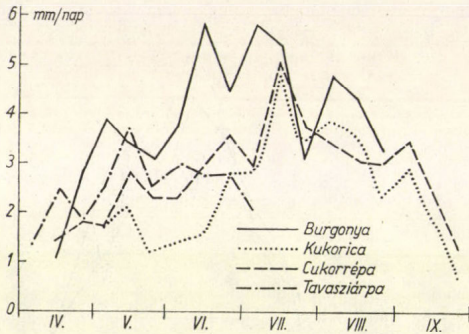
2. ábra. A burgonya vízszükségletének alakulása a tenyészidő folyamán nyolc év átlagában

Fig. 2. Water requirement of potatoes during the growing season, mean values from eight years



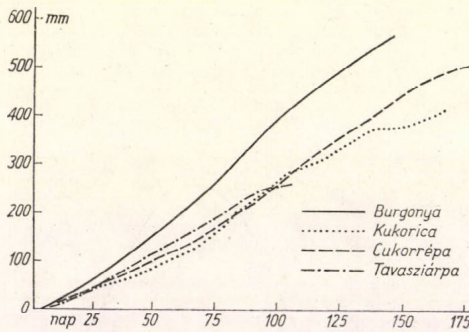
A fajnak a vízfogyasztásra gyakorolt hatását vizsgálva célszerű összehasonlítani a burgonya vízszükségletét más növényállományokéval is. A 3. ábrán ugyanazon tenyészidőszakban (1966-ban) a burgonya átlagos napi vízfogyasztása mellett feltüntettük egy magas és egy alacsony kapásnövény (kukorica, cukorrépa), valamint egy gabonaféle (tavaszi árpa) optimális evapotranspirációját. Ebből kitűnik a faj és a fejlődési állapot jelentősége a vízszükséglet tenyészidőszakon belüli változásában. A maximális napi érték minden növénykultúránál más-más nagyságú, s időpontja egybeesik fejlődésének kritikus szakaszával, általában a virágzás idejével. De egy adott növényfajta vízszükséglete (2. ábra) az adott időjárású években a meteorológiai elemek függvényeként alakult.

A különböző fajták vízfogyasztásának összehasonlítására ad lehetőséget a 4. ábra is, amelyen az állományok optimális evapotranspirációjának összeggörbéi találhatók az 1966. év tenyészidőszakában. A vízszintes tengelyen a vetés utáni napok szerepelnek. Megállapítható, hogy a burgonya vízszükséglete felülmúlja mind a rövid tenyészidejű gabonáét, mind az alacsony és magas kapás-



3. ábra. A különböző növényfélések napi vízszükséglete 1966-ban

Fig. 3. Daily water requirement of various crops during the year 1966



4. ábra. Különböző növényállományok vízszükségletének összeggörbéi (Szarvas, 1966)

Fig. 4. Summarized curves of water requirements of various crops (Szarvas, 1966)

növényekét, tehát a burgonya a magas vízigényűek közé sorolható. A görbékből egyértelműen következik, hogy a vízigény dinamikájának, vagyis az ET_{opt} menetének jellegét elsősorban a növény fejlődési stádiuma szabályozza. A vízszükséglet mennyiségi értékét, nagyságát azonban a meteorológiai viszonyok határozzák meg. Az 1. és a 3. ábrán a görbék törései nem a fejlődési fázisok változásának, hanem az időjárás változékonyságának tulajdoníthatók.

Korrelációs számítással megállapítottuk, hogy milyen kapcsolat van a különböző fejlődési fázisban a burgonyaállomány vízszükséglete és a főbb meteorológiai tényezők között. Az V. táblázatban bemutatjuk a napi vízszükséglet és néhány fontosabb meteorológiai elem közti kapcsolatot, a burgonya kritikus fejlődési szakaszában, vagyis a bimbózás kezdetétől a virágzás végéig terjedő időszakban. A korrelációs együtthatókon (r) kívül közeljük az együtthatók valószínű hibáját (d) is. A kapcsolat akkor reális, ha az r értéke meghaladja a valószínű hiba hatszorosát; a táblázatban ezt csillag jelöli.

Az adatok szerint a burgonyaállomány vízszükséglete a vizsgált fejlődési fázisban a hőtényezők csoportjából a levegő napi középhőmérsékletével és

V. TÁBLÁZAT — TABLE V

A korrelációs együtthatók (r) és az együtthatók hibája ($\pm d$) a különböző meteorológiai tényezők és a burgonya napi vízszükséglete között. — *Correlation factors (r) and errors in the correlation factors ($\pm d$) between the different meteorological elements and the daily water requirement of potatoes.* Jelölések — *symbols*: t_{1m} = a léghőmérséklet napi maximuma — *daily maximum of the air temperature*; t_1 = a léghőmérséklet napi közepe — *daily mean of the air temperature*; t_t = talajhőmérséklet napi közepe — *daily mean of the soil temperature*; G = globálsugárzás — *global radiation*; N = napfénytartam — *duration of sunshine*; $(E-e)$ = telítési hiány napi közepe — *daily mean of the saturation deficit*; $(E-e)_{14}$ = 14 órás telítési hiány — *saturation deficit at 14h*; R = relatív nedvesség napi közepe — *daily mean of relative humidity*; R_{14} = 14 órás relatív nedvesség — *relative humidity at 14h*; P_A = „A” kád párolgása — *evaporation of the „A” pan*; V_{200} = szélesség napi közepe 200 cm-ben — *mean value of wind speed at the height of 200 cms.*

hőtéyzők					
	t_{1m} C°	t_1 C°	t_t C°	G cal/cm ² nap	N óra
r	0,88*	0,85*	0,79*	0,47	0,55
$\pm d$	0,030	0,037	0,050	0,102	0,092
nedvességtényezők					
	E—e hgmm	(E—e) ₁₄ hgmm	R %	R ₁₄ %	P _A mm
r	0,84*	0,76*	0,37	0,26	0,58*
$\pm d$	0,040	0,055	0,114	0,122	0,085

Szélteyző: V_{200} m/sec; $r = 0,22$, $\pm d = 0,125$

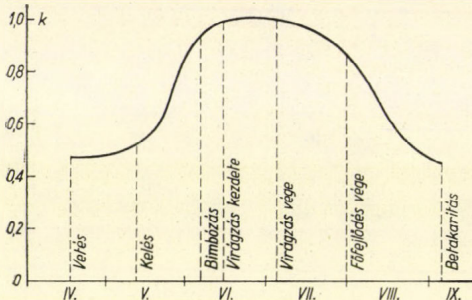
maximumával, a nedvességtényezők közül pedig a levegő napi közepes telítési hiányával van legszorosabb kapcsolatban. Az ilyen jellegű vizsgálatok alapozzák meg a vízszükségletnek és egyúttal az adott növényfaj öntözővíz-szükségletének kiszámítására alkalmas meteorológiai módszereket.

VI. TÁBLÁZAT — TABLE VI

ET_{opt} : a burgonya optimális evapotranspirációja — *optimum evapotranspiration of potatoes*; ET : a burgonya tényleges evapotranspirációja — *actual evapotranspiration of potatoes*; (a): a ténylegessen kiöntözött víz — *amount of water used for irrigation*; (b): öntözővíz-szükséglet — *irrigation requirement*; (c): terméshozam a kádban — *crop yield in the tank*; (d): terméshozam a parcellán — *crop yield of the surrounding plot*; (e): vízfogyasztási együttható a kádra — *water consumption coefficient for the tank*; (f): a parcella vízfogyasztási együtthatója — *water consumption coefficient for the plot*

Év	ET_{opt} mm	ET mm	a mm	b mm	c kád q/ha	d parc. q/ha	e kád l/kg	f parc. l/kg
1964	452	418	50	84	293	168	154	250
1965	418	408	—	10	370	201	113	202
1966	564	367	30	227	512	253	110	145
1967	482	355	66	193	390	203	123	174
1968	478	381	134	231	299	191	159	199
1969	448	311	83	220	451	330	99	94
1970	455	402	30	83	367	112	123	358
1971	473	300	36	209	462	282	102	106
Átlag	471	368	54	157	393	218	122	191

Említettük előzőleg, hogy az evapotranspirométerben az egyenletes vízellátás, amely nem csökkentette a talajnedvességet a szántóföldi vízkapacitás 80%-a alá, igen kedvező a burgonya szervesanyag felhalmozódására. A VI. táblázatban közölt terméseredmények ezt igazolják. A VI. táblázatban feltüntettük a tenyész-kádban mért vízfogyasztást és termés hozamot, a tenyészedenyt környező parcella termését, és az ennek előállítására felhasznált vízmennyiséget, a *tényleges evapotranspirációt* (vízháztartási egyenletből meghatározva), valamint a parcellára ténylegesen kiöntözött víz mennyiségét is. Optimális nedves-



5. ábra. A k növénykonstans menete a tenyészidőszak folyamán

Fig. 5. Seasonal variation of the crop factor, k

ségellátottság mellett átlagosan 86%-os volt a termésnövekedés. A 8 esztendő átlagában a termés hozam 393/298 q/ha arányú. Mindkét érték kimagasló termést jelent, összehasonlítva adott évben az országos átlaggal, amely 1967-ben 88,9 q/ha, a nagyüzemekben 108,8 q/ha volt (Tózsér, 1969). Az országos átlag alatta maradt mind az európai (76%-kal), mind a világ átlagnak (37%-kal). Kísérleteink szerint a jó vízellátás, az öntözés igen kedvezően befolyásolja a burgonya termésnövekedését.

Az öntözés gazdaságos jellegére utal a *vízfogyasztási együttható* értéke. Az evapotranspirométeres adatokból liter/kg-ban számított vízfogyasztási együttható 64%-kal kisebb, mint a parcellán. Ez annyit jelent, hogy 1 kg gumótermés előállításához a kádban 70 literrel kevesebb vízre volt szükség.

A vízszükséglet és a tényleges evapotranspiráció különbsége adja meg a szükséges öntözővíz mennyiségét. Az V. táblázatban feltüntettük a Kisvárdai rózsaburgonya öntözővíz-szükségletét is az egyes tenyészidőszakokban. Értéke 10 (1965) és 231 (1968) mm között változott az évek csapadékos vagy száraz jellegétől függően, átlagosan pedig 157 mm. Ez az érték elég jól megegyezik a későbbiekben bemutatott, számított 50 évi középpel is (171 mm). Megjegyezzük, hogy e számértékek nem tartalmazzák az öntözés során fellépő veszteségeket.

A több éven át Szarvason végzett párolgásmérések alapján kidolgozott (Antal, 1968) formulát használtuk az állomány vízszükségletének kiszámítására:

$$ET_{opt} = k \cdot 0,9 (E - e)^{0,7} (1 + \alpha t)^{4,8} \text{ mm/nap} \quad (2)$$

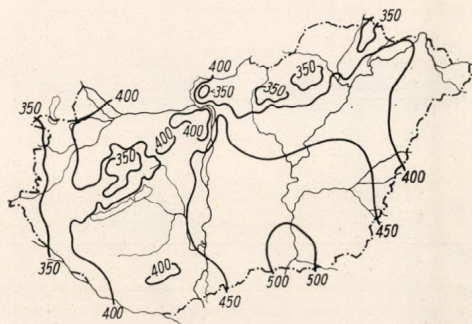
ahol $(E - e)$ = a napi közepes telítési hiány [hgmm], t = a léghőmérséklet napi közepe [C°], $\alpha = 1/273$, k pedig a növényállományra jellemző paraméter (növénykonstans). Ennek értékét az 1964 – 71-es időszakban Szarvason történt mérések alapján a potenciális és az optimális evapotranspiráció hányadosaként határoztuk meg, s menetét a tenyészidőszakban az 5. ábrán láthatjuk. A k értékeinek területi változását számításaink során adatok hiányában elhanyagol-

tuk. A növénykonstans értékeinek ismeretében meteorológiai adatokból kiszámíthatjuk a burgonyaállomány vízszükségletét tetszőleges periódusra.

A (2)-es formulához szükséges meteorológiai elemek 1901–1950 közötti átlagaiból, valamint az 5. ábráról leolvasott k értékek alapján az ország 54 állomására határoztuk meg a burgonya (Kisvárdai rózsza) vízszükségletét s ennek területi eloszlását a 6. ábrán közöljük. A tenyészidőszakban (IV. 16-tól IX. 5-ig) a sokévi átlagos vízszükséglet az Alföldön a legnagyobb, meghaladja a 450 mm-t. Ha tekintetbe vesszük a kapásnövények tenyészidőszakában az

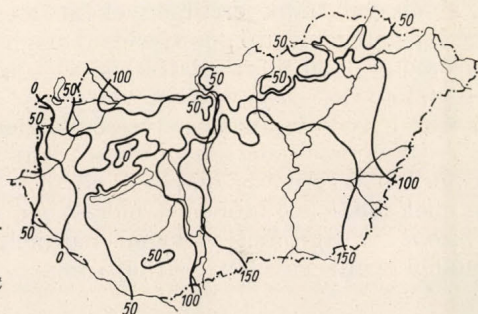
6. ábra. A Kisvárdai rózsaburgonya átlagos vízszüksége az IV. 16–IX. 5. közötti időszakban, 1901–1950

Fig. 6. Average water requirement of potatoes „Rose of Kisvárd” during the period from April 16th till September 5, 1901–1950



7. ábra. A burgonya átlagos öntözővíz-szüksége, 1901–1950

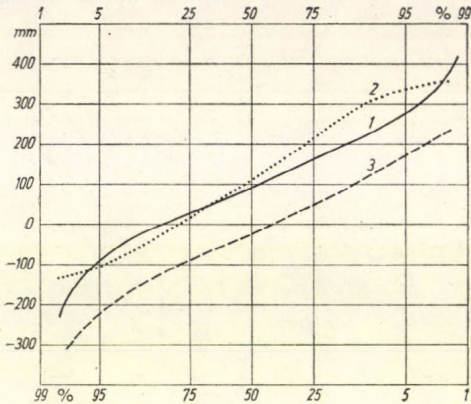
Fig. 7. Averages of the irrigation requirement of potatoes, 1901–1950



átlagos csapadékeloszlást (*Magyarország Éghajlati Atlasza*, 1960), kitűnik, hogy ebben az időszakban az ország középső vidékén a csapadékösszeg 300 és 350 mm között van. Így a burgonya átlagos öntözővíz-szüksége a két számérték egybevetése alapján az Alföldön meghaladja a 150 mm-t, míg a Nyugat-Dunántúlon vízfölösleg mutatkozik (7. ábra), minthogy a tenyészidőszak csapadéka itt már 450–500 mm. Az átlagos öntözővíz-szükségletet (Ö) azonban nem egyszerűen a vízszükséglet és a csapadékmennyiség különbségeként határoztuk meg, hanem a vízigény (ET_{opt}) és a tényleges vízfogyasztás (ET) különbségeként. A számítás módszerét és az egyes mennyiségek területi eloszlásának sajátosságait más tanulmányok részletesen taglalják (Antal, 1968; Posza és Tóth, 1970).

Az eltérő éghajlati sajátosságok szerepére és az öntözővíz-szükséglet évenkénti változékonyságára utalnak a 8. ábrán feltüntetett empirikus eloszlásfüggvénygörbék. A burgonya öntözővíz-szükségletét 3 állomás (Magyaróvár, Szombathely, Debrecen) 1901–1965 között mindegyik tenyészidőszakra kiszámí-

tottuk, s a kapott gyakorisági értékeket grafikusán ábrázoltuk. Szombathelyen, amely az ország nyugati csapadékos zónájára jellemző állomás, egyszeri öntözésre ($\bar{O} \leq 40$ mm) tíz évből mindössze 2–3 évben kell számítanunk, míg a szárazabb Hajdúságot képviselő Debrecenben, valamint a Kisalföldön (Magyaróvár) tíz évből hétben, s az utóbbi részeken kétszeri öntözésre az éveknek legalább felében szükség van.



8. ábra. A Kisvárdai rózsaburgonya öntözővíz-szükségletének empirikus eloszlásgörbéi: 1. Magyaróvár; 2. Debrecen; 3. Szombathely

Fig. 8. Empirical distribution functions of the potatoes „Rose of Kisvárd” for the following locations: 1. Magyaróvár; 2. Debrecen; 3. Szombathely

Vizsgálataink eredményeként megállapíthatjuk, hogy a burgonya víz-szükséglete kielégítő pontossággal meghatározható a kompenzációs evapotranspirométerekkel mért adatokból. Ezt alátámasztja a kimagasló terméshozam és vízfogyasztási együttható, amelyet az a körülmény biztosított, hogy a tenyészedény talajának nedvességekészlete a tenyészidőszakban nem csökkent a kritikus érték alá. Az öntözés tehát igen hatásos és gazdaságos eszköz lehet a burgonya terméshozamának növelésében, ha öntözését a növény vízszükségletének megfelelő időben és mértékben végzik. Az öntözés megfelelő ütemezése viszont az agrometeorológiai paraméterek alapján kidolgozott, ismertett modell segítségével valósítható meg.

IRODALOM

- Albînet, E. 1959: Experiete cu regim de irigație la cartof si porumb in incinta indiguita Braila — Dunare — Siret. *Lucrări Stiintifice*, Institutul Agronomic „Professor Ion Ionescu de la Brad” Iasi Bucuresti, 89—119.
- Antal, E. 1966: Egyes mezőgazdasági növényállományok potenciális evapotranspirációja. *Öntözéses gazdálkodás*, IV. 69—86.
- Antal, E. 1968: Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján. *Kandidátusi értekezés*.
- Avrigeanu, Gh. 1960: Regimul de irigație la cartof in zone de stepă uscată. *An. Inst. Cerc. Agr., Ser. A, Agroclim. Ped. Agrochim. Amelior. XXVIII.* 237—249. Bucuresti.
- Berényi, D. 1942: A burgonya termelése és összefüggése az időjárással. *Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara*, Debrecen.
- Cihová, H. 1961: Intenzita transpirace zavlazovanyh brambor. *Védécké Práce Vyzkumného ustavu krmivárského esazv v pohorelicich*. Praha, 5. 203—214.
- Dubetz, S., Russel, G. C. and Hill, K. W. 1962: Growing irrigated crops in Southern Alberta. *Can. Dep. Agr. Publication 1152*.
- Hajdú, M. 1964: A burgonyatermesztés egyes kérdései Hajdú-Bihar megyében. *Disszertáció*.
- Ijén, V. 1963: Vodní režim kartofelja. *Kartofely i Ovošci*, 6. 14—15.
- Magyarország Éghajlati Atlasza*, 1960.

Posza, I. és Tóth, E. 1970: A potenciális evapotranspiráció, a vízszükséglet, a tényleges evapotranspiráció és az öntözővíz-szükséglet alakulása Magyarországon. *OMI Hiv. Kiadv. XXXV.* 434—451.

Thornthwaite, C. W. and Mather, J. R. 1955: The water balance. Drexel Inst. Techn. Lab. Clim., *Publications in Climatology, VIII. 1.*

Tózsér, I. 1969: A burgonya öntözési termelésének gazdaságossága. *Öntözési gazdálkodás, VII.* 39—53.

*

WATER DEMAND AND IRRIGATION REQUIREMENT OF POTATOES

The authors in this paper discuss the water requirement of the potatoes.

In the Agrometeorological Observatory at Szarvas (geographical coordinates: $\varphi = 46^\circ 50' N$; $\lambda = 20^\circ 31' E$; $H = 83$ m) the optimum evapotranspiration (ET_{opt}) of potatoes „Rose of Kisvárdá” was measured by the means of 4 m² evapotranspirométers (Thornthwaite — Mather-type). The soil-physical characteristics of the experimental plot are shown in *Table I*. As the water content of the 70 cm soil layer in the tank gave continuously a sufficient water supply (that is, its value did not decrease below 80% of the field capacity), ET_{opt} may be considered as being identical to the water requirement.

The monthly total water use during the different growing seasons is given in *Table III*, and *Table IV*. contains the mean values of the water use for eight years and the totals in the phenological phases. The potatoes needed more than the half (62%) of its total water requirement in the period from the budding to the end of the main crop development.

Fig. 1 shows how the the weather influences the water consumption of potatoes and in *Fig. 2* the variation of ET_{opt} during the growing season is plotted. To illustrate the influence of species and the stage of development on the evapotranspiration during the growing season the water requirement of potatoes is compared with the ET_{opt} of other crops in *Fig. 3 and 4*.

Using mathematical methods the authors investigated, what sort of relations existed between the water requirement of potatoes and the significant meteorological elements (*Table V*). *Table VI* contains the data of the water consumption of potatoes in the evapotranspirometer and in the surrounding plot and the crop yields as well. The water consumption coefficient obtained from the data of the evapotranspirometer and expressed in litre/kg is 64% less than on the surrounding plot, and at the same time the crop yield in the tank is 86% higher than on the surrounding area.

On the basis of the experiments in the period 1964—1971 the crop coefficient (k) was determined as the ratio of the optimum and the potential evapotranspiration. Its seasonal variation is shown in *Fig. 5*. Using the values of the crop coefficient and the averages of the meteorological elements from the period 1901—1950, the water requirement of potatoes was established for 54 meteorological stations (*Fig. 6*), and as the difference of the optimum and the actual evapotranspiration the irrigation requirement was obtained (*Fig. 7*).

In *Fig. 8* the annual variability of the irrigation requirement and the role of climate are shown by the means of the empirical distribution functions obtained from the data series of 65-year for three meteorological stations.

Az általános cirkuláció egyensúly-követelményeiről

CSÁSZÁR MARGIT, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, Budapest

On the Balance Requirements of the General Circulation. Average values of atmospheric pressure calculated from a sufficiently long series of data are supporting the existence of stationary centres of atmospheric circulation (such as cyclones and anticyclones). On the explanation of their formation, we are possessing today an extended amount of literature. The first place among the problems discussed is occupied by the subsistence of the subtropical high, which is a fundamental energy reservoir of the general circulation. In the present case, we are discussing the general circulation from the point of view of balance requirements. In the concluding paragraph of the paper, we are also enumerating some works the authors of which were extending their investigations beyond the troposphere, emphasizing the mechanism of the interaction among the vertical regions of the atmosphere and the transformations of energy.



Критерий равновесия общей циркуляции атмосферы. Средние величины атмосферного давления, вычисленные для достаточно длительных периодов, подтверждают существование стационарных центров действия атмосферы (циклонов, антициклонов) на обоих полушариях. Объяснению их образования посвящено уже значительная литература. Первостепенной проблемой является вопрос о сохранении субтропических зон высокого давления, как основных резервуаров энергии общей циркуляции атмосферы. В настоящей работе общая циркуляция рассматривается с точки зрения критериев равновесия. В заключительной части перечисляются работы, авторы которых распространили свои исследования за тропосферу, выясняя механизм взаимодействия атмосферных сфер и трансформации энергии.



Bevezetés. A közelmúltban az Időjárás 75. évfolyam 3–4. számában *Berkes Zoltán* érdekes fejtegetéseket tett közzé az általános cirkulációról [1]. A cikk szerzője elsősorban arra a kérdésre keresi a választ, hogy mi okozza az állandósult szubtrópusi magasnyomás létét. Hangsúlyozza, hogy „e dinamikus eredetű magasnyomású övezetnek a kialakulását látjuk ma a legkevésbé tisztán”. Arra a megállapításra jutott, hogy „Az általános légkörzés következtében a szubtrópusi szélességekre — legalább fele-fele arányban — részben az Egyenlítő vidékéről, részben pedig a mérsékelt övi ciklongyűrűből származó levegőmennyiségek kerülnek és ezek építik fel a magasnyomású övezet anticiklonjait (hatásközpontjait).”

A probléma fölvetésének korszerűségét mi sem bizonyítja jobban, mint maga az a tény, hogy a WMO megbízásából 1967-ben *Lorenz* által közzétett monográfia [2] is az általános cirkuláció fennmaradásának okait és a hajtó mechanizmus lényegét igyekszik tisztázni, de felveti fejtegetései során a jelenleg is nyitott problémákat. Ugyancsak a közelmúltban jelent meg *Palmen* és *Newton*: „A légköri cirkulációs rendszerek” c. könyve [3], mely több fejezetben részletesen tárgyalja az általános cirkuláció problémáit.

Korszerű fizikai szemlélettel tárgyalja az általános cirkuláció problémáit *Béll B.* legújabb tanulmányaiban [4], [5]. Elsősorban az általános cirkuláció energiaforrásainak tisztázása érdekli, éppen ezért vizsgálatait a troposzféra határain túlrá is kiterjeszti. *Berkes* gondolatébresztő dolgozata kapcsán szeretnénk néhány kiegészítő megjegyzést fűzni a felvetett problémához.

Az általános cirkuláció alapvető okainak tisztázásánál szükséges tudnunk, hogy a Föld légköre egy egyensúlyi állapot elérésére törekszik és ez az általános

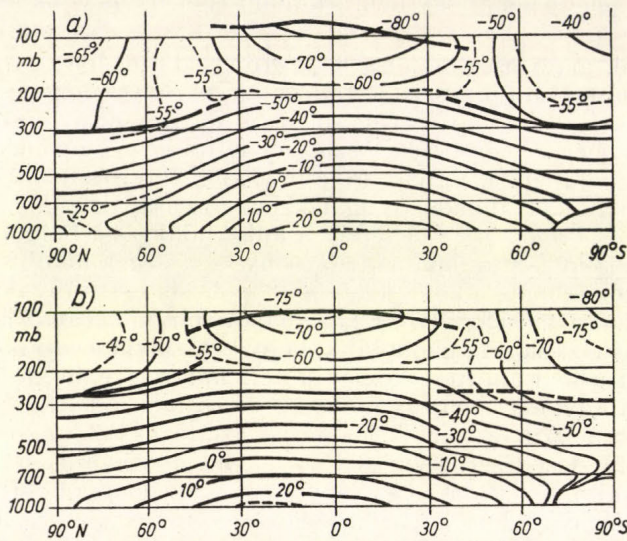
nosnak tekinthető természeti törvény megnyilvánul a Föld légkörének mozgásában is. Földünk és légköre, egymással energetikai kölcsönhatásban vannak. Így a hő, a szögmomentum és a vízkörzés egyenlőtlen eloszlása miatt a kölcsönhatásra jellemző kiegyenlítődési tendencia állandóan folyamatban van, amely mindaddig fennáll, míg a külső hőforrás, a tengerek és szárazföldek, a Föld forgása és az energiátöbbletet elvezető alacsony hőmérsékletű környezet létezik. Az egyensúlyra való törekvés során különböző cirkulációs formák lépnek fel, melyek között skálájukat tekintve globális méretűek is vannak, összefüggéseikben pedig annyira összetett jelenségek, hogy nehéz különbséget tenni az ok és okozat sorrendjében.

A légkör cirkulációjának magyarázatában a hajtóerő elsődleges fontosságára a Nap sugárzására vonatkozóan nincs vita. Induljunk ki *Berkes* dolgozatának abból az alapkoncepciójából, hogy egy besugárzás mentes nem forgó homogén gömbfelületen homogén hőmérséklet-eloszlás mellett a levegő nyomása minden pontban ugyanakkora lenne. Vigyük tovább e gondolatot és tekintsük továbbra is a homogén Földet állandó nyugat-keleti forgásával, amikor már a relatív mozgásokban a *Coriolis*-erő is fellép és a külső hőforrás a Földön a hőmérséklet övezetes eloszlását tartja fenn. Az alacsony szélességek hőtöbblete és a magasabb szélességek hőhiánya következtében a pólusok felé irányuló hőmérsékleti gradiens lép fel az atmoszférában. Ez az állapot már önmagában is elég a mozgások megindulásához, ha arra gondolunk, hogy két, tulajdonságaikban különböző és kölcsönhatásban álló test között feltétlenül kiegyenlítődési folyamat indul meg. Tehát a Föld esetében egy pólusirányú cirkuláció fellépése szükségszerű, még homogén felszín esetén is. Ismerve azonban Földünkön a szárazföldek és óceánok elrendeződését, a víz és a szárazföld eltérő viselkedését a sugárzással és mindenfajta melegedéssel szemben, nyilvánvalóan különbség van a megvalósult cirkulációban még egyazon szélességen belül is. — Ez a hatás szintén permanens tömegátvitelt tart fenn, ha az egyensúly-követelmény teljesül. Nem elhanyagolható a szerepe a nagy kiterjedésű hegymasszívumoknak, amelyek nemcsak jelentős levegőmennyiséget szorítanak ki az általuk elfoglalt területekről, hanem sajátos cirkuláció létrehozásának is okozói. Az általános cirkulációnak az a sejtyszerű tagozódása, amelyet a megfigyelések mutatnak, globális méretekben ilyen tényezők együttes hatásával magyarázható.

Bármely oldalról is közelítjük meg az általános cirkulációt, a magyarázatoknak három alapvető egyensúly-követelményt kell kielégíteniük: az energia, a szögsebesség momentum és a vízkörzés egyensúlyát.

I. Ha Földünkön a besugárzás és kisugárzás viszonyát vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy Földünk évi viszonylatban sugárzási egyensúlyban van. E globális egyensúly fennállása hosszú távon elképzelhető — ha csak nem változik meg a külső hőforrás intenzitása — tehát atmoszféránkon belül az általános cirkuláció lényeges ingadozása sem következik be. Az egyensúly felbomlása azonban nagyon hosszú távon elképzelhető. *Budyko* szerint az egyensúly felbomlása bekövetkezhet a poláris jégsapka összehúzódása vagy kiterjedése eredményeként is. Ha Földünk légkörét egy külső fallal elzárnánk minden más rendszertől, a makroszkopikus áramlások fokozatosan megszűnnének, és egyidejűleg a rendszer fokozatosan termikusan homogénné válna. Az, hogy Földünkön sugárzási egyensúly mellett inhomogén hőmérséklet-eloszlás van, csak úgy lehetséges, hogy egyrészt egy, a stacionaritást fenntartó állandó energiaforrás, másrészt az energia elvezetését biztosító alacsony hőmérsékletű környezet létezik. A légkör általános cirkulációjának energetikai hátterét tehát a hőfelvétel és hőleadás különbségében kell keresnünk. Az *1. ábrán* a Föld ja-

nuári és júliusi közepes hőmérséklet-eloszlását mutatjuk be Coleman [3] összeállítására alapján. Az ábrán már egy mérsékelt pólusirányú gradienst látunk, amelyet a „megkövetelt” cirkuláció tart fenn. A légkör energia egyensúlya önmagában igen bonyolult folyamat. A légkör, valamint az alatta fekvő óceánok és szárazföldek alapvető energia formái a kinetikai, potenciális és belső energia, utóbbiba beletartozik a termikus belső energia és a víz kondenzáció.



1. ábra. Az északi és déli félteke januári (a) és júliusi (b) átlagos hőmérséklete R. L. Coleman összeállítására alapján. A folytonos vonalak az izotermák, a vastagabb folytonos vonalak a tropopauzát jelölik, a szaggatott résznél a tropopauza felszakadási helyei láthatók.

jánál felszabadult latens hő. Mivel az általános cirkuláció fennmaradása és intenzitása a kinetikai energia képződése és disszipációja közti egyensúlytól függ, a belső és a potenciális energia változásától eltekinthetünk. A tér egy tetszőleges térfogatára a kinetikai energia megváltozása a következő formában írható fel:

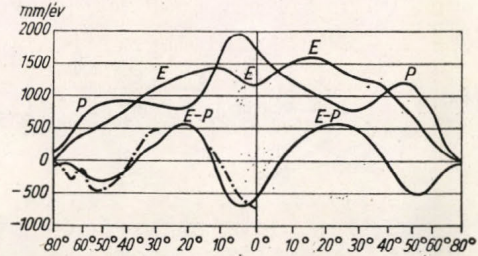
$$\int \frac{\partial K_d \tau}{\partial t} = - \int K V_n d\sigma - \int p V_n d\sigma + \int p \Delta V d\tau + \int F_Q V d\tau + \int \rho V g d\tau \quad (1)$$

V_n a felület normálisa; a jobb oldalon az első tag a kinetikai energia horizontális áramlása, a második tag a nyomási gradiens felületen végzett munkája, a harmadik tag a nyomáseloszlás által a térfogaton belül termelt kinetikai energia, a negyedik tag a sűrűlási disszipáció, és az utolsó tag a nehézségi erőtérben végzett munka. Ha τ a légkör egészét jelenti, akkor a határokon keresztüli áramlás és a nyomáserő felületen végzett munkája eltűnik. Horizontális mozgás esetén a nehézségi erő ellenében végzett munka is zero, így a kinetikai energia megmaradása esetén $\partial K/\partial t = 0$, tehát a disszipációt folyamatossági energiatermelésnek kell ellensúlyoznia. A légkörben $p > 0$, tehát az (1) egyenlet $p \Delta V$ tagjában $\Delta V > 0$ esetén, azaz pozitív divergenciánál lesz a térfogaton belül termelt energia pozitív. Megjegyezzük, a pozitív energiatermeléshez az is szükséges, hogy a divergencia területek a nagyobb, a konvergencia területek a ki-

sebb nyomású övekbe essenek. *E* miatt tekinthető a szubtrópusi magasnyomás a kinetikus energia egyik fő forrásának az északi féltekén.

A nagyarányú légkörzésben történő kinetikai energia disszipációjának tanulmányozására vonatkozóan már jelentős irodalom áll rendelkezésünkre. Ezek a dolgozatok elsősorban különböző disszipációs mechanizmusok és a meteorológiai paraméterek közötti összefüggés megállapítására irányulnak. Legkiterjedtebb vizsgálatot az energiakeletkezés, ill. disszipáció becslésére vonat-

2. ábra. A csapadék (*P*), a párolgás (*E*), valamint *E*—*P* közepes évi eloszlása az északi és déli féltekén *Sellers* szerint. A szaggatott görbe az északi féltekén *E*—*P* értékét *Starr* számításai szerint tünteti fel.



kozóan *Kung* [6] végzett, aki azt találta, hogy erős a képződés a felső és alsó troposzférában, míg a középső troposzférában nagyon gyenge. A horizontális energiaátvitel a troposzféra felső részén különösen nagy a futó áramlás szintjén. A disszipáció a határretegben és a troposzféra felső rétegében maximális, a troposzféra középső szakaszán minimumot ér el. Mind a keletkezés, mind a disszipáció ilyen vertikális profilja függőleges átvitelt követel meg, amely *Kung* számításai szerint legintenzívebb a troposzféra középső szakaszán. A vertikális hőáram mechanizmusát és a kinetikai energia keletkezésének vizsgálatát nagy részletességgel *Palmen* [7] végezte el, aki azt találta, hogy a függőleges hőfluxus a troposzféra középső szakaszán a 600 mb környékén éri el maximumát. *Holopainen* [8] a teljes pólusirányú energiafluxust számolta ki, és a maximális észak felé irányuló energiafluxust a 35–40° szélességek között találta.

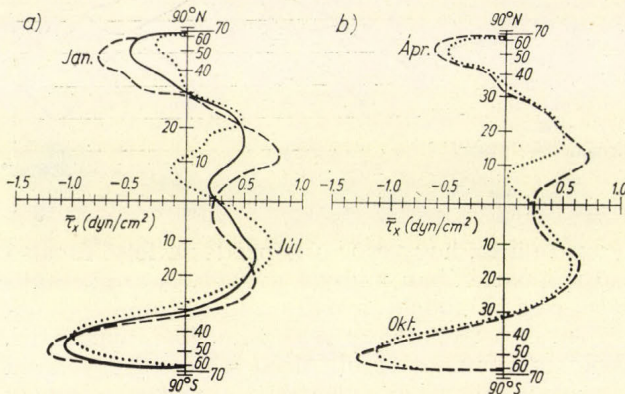
II. A következő egyensúly-követelmény az abszolút szögsebesség momentumának egyensúlya. Mozgásban levő testek között — melyek egymáshoz viszonyítva különböző sebességgel mozognak — súrlódási feszültség lép fel, így a nyugat-keleti irányú átviteli szélrendszerekben keleti irányú súrlódási feszültséget ad a Föld a légkörnek. A keleti szelek zónájában, amely a Föld felületének trópusi felét foglalja magában, nyugati irányú momentumot kap a Földről a légkör. A tömegegységre eső teljes szögmomentum:

$$M = \omega r^2 \cos^2 \varphi + u r \cos \varphi \quad (2)$$

ahol φ a földrajzi szélesség,
 r a Föld sugara,
 ω a földforgás szögsebessége,
 u a zonális szélességség.

Az első tag az ún. ω momentum amely a Föld forgásából származik, a második tag a relatív momentum. Mindkettő arányos a földrajzi szélesség cosinusával. *Pristley* [9] kiszámította az óceánok fölötti szögsebesség-momentumot, amelyet a 2. ábrán mutatunk be. Jóllehet az atmoszféra csak azáltal nyer vagy veszít szögmomentumot, hogy közvetlen kapcsolatba kerül a tálajjal, súrlódási ellenállás lép fel kisebb dombok, hegyek, vagy rendezetlen

terep és levegő találkozási felületén is, amely módosítja az általános momentum eloszlásképet. A 2. ábra a szubtrópusi magasnyomás sávjában légköri szögmomentum-többletet jelez, tehát a cirkuláció fennmaradása érdekében feltételezhető, hogy a keleti szelek sávjában fellépő szögmomentum-többletből pótlódik a nyugati szelek zónájában mutatkozó hiány. A talajjal való momentum-csere egyensúlyához szükséges horizontális átvitel főleg a felső troposzférában zajlik le, éppen ezért feltételezhető a szögmomentum egy vertikális átvitele is. *Palmen* vizsgálata szerint [10] ez a szállítás a trópusokon felfelé, a közepes szélességeken lefelé irányul és egy kis felfelé irányuló fluxus van a poláris területeken is.



3. ábra. A közepes zónális felületi stress eloszlása az óceánok fölött *Pristley* szerint: folytonos görbe az évi eloszlás, az a) ábrán a szaggatott görbe a januári, a pontozott a júliusi, a b) ábrán a szaggatott az áprilisi, a pontozott az októberi értékeket jelöli.

Az atmosféra és a Föld közötti momentum-csere közvetlen becslése ma még meglehetősen durva, tekintettel a felületi súrlódás törvényeivel kapcsolatos bizonytalanságra, amit még tovább nehezít az a tény, hogy általában nem sikerült a hegyek hatását tisztázni. Míg a horizontális szállítás közvetlen méréseken alapuló számításai kiküszöbölnék néhány bizonytalanságot, a vertikális szállítás a függőleges sebesség számításával kapcsolatos problémák miatt csak hozzávetőleges. *Winn-Nielsen* — *Drake* és *Brown* [11] kiszámították a momentum-átvitelt a hullámszám függvényében, és a maximális észak felé irányuló momentum-átvitelt az északi szélesség $32,5^\circ$ -án és 200 mb-on, míg a déli irányút a 65° északi szélességen a 300 mb-on találták.

III. Egy terület vízkörzés egyensúly-követelményét lényegében a csapadék és párolgás mennyisége határozza meg. A 3. ábra *Sellerstól* származik, ahol az évi párolgás és csapadék közepes eloszlását láthatjuk egységnyi területre az északi és déli féltekére vonatkozóan [12]. Az ábrán látható, hogy a szubtrópusokon a párolgás nagyobb, mint a csapadék, míg a trópusokon és a mérsékelt szélességeken a csapadék összege felülmúlja a párolgást. Az is látható, hogy az északi féltekén a csapadék, a déli féltekén a párolgás nagyobb. A párolgás és a csapadék ilyen földméretű eloszlása azt mutatja, hogy egy észak felé irányuló vízszállításnak kell lennie az egyenlítőn keresztül. Ez táplálja a trópusokon belüli konvergencia zónát, amelynek közepes helyzete az Egyenlítőtől kissé északabbra fekszik. Ha csak az északi féltekét vizsgáljuk, akkor olyan mozgást kell az atmoszférán belül feltételeznünk, ami vizet szállít a szubtrópusokról a trópusi és a magasabb szélességek irányában. Lényegében tehát, a párolgás hiányának pótlási igénye alkotja az atmosféra vízkörzés egyensúly-követelményét. A szubtrópusokról elszállított vízmennyiség az óceánok felü-

letéről alulról történő párolgás révén pótlódik. *Peixoto* és *Crisi* [13] a teljes észak felé irányuló vízgőzfluxust kiszámították. Eredményeik szerint a maximális vízgőzfelvétel a 20. északi szélességen megy végbe, ahol erős felfelé irányuló vízgőzfluxus van, amely kb. a 800 mb fölött részben az egyenlítő, részben észak felé irányuló ágra szakad.

Az egyensúly-követelmények teljesezése azonban még nem ad kielégítő választ problémánkra, a szubtrópusi anticiklon állandóságára vonatkozóan, bár felfedték annak szükségességét, hogy a szubtrópusi anticiklon mindhárom egyensúlykövetelmény esetében forrásnak tekinthető. *Berkes* részéről tehát joggal merülhetett fel a kérdés, vajon mi az elsődleges folyamat, amely ezt az állandósult anticiklont – mely lényegében a troposzférikus folyamatok legfontosabb energiátárolója – fenntartja. *Rosshy*nak, amikor a légkör hosszúhullámmainak és hatásközpontjainak hidrodinamikai elméletét tárgyalta [14], sikertelenül bebizonyította, hogy az ún. mozdulatlan perturbációk (hatásközpontok), mint az aleuti és izlandi minimum, a honolului és azóri maximum létrejötte indokolt, de fejtegetése során sem a hő, sem pedig a súrlódás hatását nem vette tekintetbe, a hullámok amplitudóját pedig előre megadta. *Vu boi Kiem* a szubtrópusi nyugati áramlási zóna hatáscentrumainak létrejöttét és fennmaradását közepes szélességek blocking helyzeteinek, a mérsékelt égővi nyomástechnők szubtrópusi zónába való levágódásának (cut off), domborzati hatásoknak és a trópusi háborgásoknak tulajdonítja [15].

A szubtrópusi szélességekre *Berkes* magyarázata szerint részben az Egyenlítő vidékéről, részben pedig a mérsékelt övi ciklongyűrűből származó levegőmennyiségek kerülnek és ezek építik fel a magasnyomású övezet anticiklonjait. *Berkes* elképzelését a *Rosshy*-féle háromcellás cirkulációs séma is jól szemlélteti [16]. A folyamat mechanizmusához azonban szükséges megjegyezni, hogy a levegőmennyiség beáramlása mindkét irányból a szubtrópusi magasnyomás felső konvergenciájában történik, ami ellensúlyozza az anticiklon talajközeli divergenciája által elszállított levegőmennyiséget (és ezzel az energiát, a szögmomentumot és a vízgőzt is). Arra vonatkozólag, hogy valójában a két forrás kielégítően pótolja-e az elszállított levegőmennyiséget, közvetlen mérések hiányában nincs kellő bizonyítékunk. Hivatkozunk itt még *Bunker* [17], *White* [18] munkáira, akik a troposzférahoz képest inverz gradiens (counter gradiens) hőfluxus viszonyait vizsgálták az alsó sztratoszférában, vagy *Newellre*, aki a tropopauzán keresztül és a sztratoszférán belüli áthelyeződés vizsgálatánál szintén az inverz (counter) gradiens áramlásra hívja fel a figyelmet [19]. Az alacsony szélességek sugárzási többlete és a magas szélességek deficitje olyan mozgásra kényszeríti a légkört, amely hőt szállít a magasabb szélességek irányában. Igazolják a számítások is, hogy 200 mb-ig minden szélességen az érzékelhető hő szállítása pólusirányú. E szintek fölött azonban éppen az ellenkező irányú szállítás bonyolódik le. Az alacsony szélességek hideg sztratoszférája feltételezi az egyenlítőirányú hőszállítást az alsó sztratoszférában. (Az egyenlítő feletti hideg sztratoszféra az 1. ábrán is jól látható). Az inverz gradiens áthelyeződési folyamatok jelentőségét az anticiklonok fejlődésében már *Faust* 1953-ban [20] kifejtette: a dinamikus anticiklont főleg a környezetében lejátszódó események befolyásolják, azaz szükséges a környezetből az anticiklonba irányuló levegőszállítás, ami csak az anticiklon felső konvergencia tartományában lehetséges. *Faust* szerint a levegőszállítást valószínűleg az inverz (counter) gradiens szelek bonyolítják le. Alattuk leszálló, felettük felszálló légáramlás jön létre. A dinamikus anticiklon olyan folyamat, amelyet fent az inverz (counter) gradiens szelek zónájában való permanens beáramlás és lent

főleg a talajsúrlódás okozta divergencia tart fenn. Az inverz gradiens szeleknek feltehetően jelentős szerepe van a szubtrópusi futóáramlás fenntartásában is, bár a korábbi elképzelések szerint ezt a *Hadley*-cella felső ágának pólusirányú áramlásával magyarázták. Úgy tűnik, hogy az inverz (counter) gradiens-konceptió nincs ellentmondásban azzal az elképzeléssel, hogy a sztratoszférikus felmelegedési terekből a lefelé irányuló vertikális transzport a tropopauza felszakadási helyein (tropopauza-tölcsér) keresztül jut el a troposzféra tartományába.

Az eddig rendelkezésünkre álló megfigyelések és mérések alapján még nem zárható le az általános cirkuláció mechanizmusának részletes tisztázása. Maradéktalanabb választ remélhetünk majd azoktól a vizsgálatoktól, amelyek a légkört teljes kiterjedésében tárják fel és részletesebb képet adnak a Nap–Föld-légkör sugárzásviszonyairól, amelyek birtokában esetleg kijelölhetjük a légkörnek azt a felső határát, amelyen túl a lezajló folyamatok hatása már elhanyagolható környezetünk időjárásának alakításában.

I R O D A L O M

- [1] *Berkes Z.*: Levegőmennyiségek övezetes eloszlása besugárzott, forgó gömb (Föld) felszínén. Időjárás 75. évfolyam 230—235. 1971.
- [2] *Lorenz, E.*: The Nature and Theory of the General Circulation of the Atmosphere. World Meteorological Organization. 1967.
- [3] *Palmen, E., Newton C. W.*: The atmospheric circulations systems. International Geophysics Series Vol. 13. Academic Press New York and London 1969.
- [4] *Béll B.*: A légkör általános cirkulációjának fizikai szemlélete. Fizikai Szemle XVIII. 7. 202—268. 1968.
- [5] *Béll B.*: Energetikai és áramlási folyamatok a légkör középső rétegében, MTA X. osztályának Közleményei 3. 103—119. 1970.
- [6] *Kung, E. C.*: Kinetic energy generation and dissipation in the large scale atmospheric circulation. Monthly Weather Review. 94. No. 2. 67—82. 1966.
- [7] *Palmen, E.*: On the mechanism of the vertical heat flux and generation of kinetic energy in the atmosphere. Tellus Vol. 18. No. 4. 838—845. 1966.
- [8] *Holopainen, E. O.*: On the role of mean meridional circulations in the energy balance of the atmosphere. Tellus 17. 285—294. 1965.
- [9] *Pristley, C. H. B.*: A survey of the stress between the ocean and the atmosphere. Australian I. Sci. Res. A4, 315—328. 1951.
- [10] *Palmen, E.*: On the relationship between meridional eddy transfer of angular momentum and meridional circulations in the earth's atmosphere. Arch. Meteorol. Geophys. Biok A7, 80—84. 1954.
- [11] *Wiin-Nielsen, A., Brown, I. A., Drake, M.*: On atmospheric energy conversion between the zonal flow and the eddies. Tellus. Vol. 15. No. 3. 261—279. 1963.
- [12] *Sellers, W. D.*: Physical climatology, 272 pp. Univ. of Chicago Press, Chicago Illinois, 1965.
- [13] *Peixoto, J. P., Crisó, A. R.*: Hemispheric humidity conditions during the IGY. Sci Rept. No. 6, 166 pp. Planetary Circ. Proj. Dept. Meteorol., M.I.T. Cambridge Massachusettes. 1965.
- [14] *Rosby, C. G.*: Relation between variations in the intensity of the zonal circulation of the atmosphere and the displacements of the semi-permanent centers of action. Journal of Mar. Res. Vol. 2; 38—55. 1939.
- [15] *Vu boi Kiem.*: The Quasi-Permanent Centers of Action in the Subtropical Westerlies. Időjárás 71. évf. No. I. 1—10. 1967.
- [16] *Rosby, C. G.*: The scientific basis of modern meteorology. In Yearbook of Agriculture, Climat and Man" (G. Hambidge, ed), pp. 599—655. U. S. Gov't. Printing Office, Washington, D. C. 1941.
- [17] *Bunker, C. I.*: Measurement of countergradient heat flows in the atmosphere. Australian J. Physic. Vol. 9. 133—143. 1956.
- [18] *White, R. M.*: The Counter Gradient Flux of Sensible Heat in the Lower Stratosphere. Tellus. Vol. 6. 177—179. 1954.
- [19] *Newel, R. E.*: Transfer through the tropopause and with in the stratosphere. Quart. J. R. Met. Soc. 167—204. 1963.
- [20] *Faust, H.*: Die Nullschicht, der Sitz des troposphärischen Windmaximums. Met. Rundschau, 6, 6. 1953.

A középső sztratoszféra termobárikus- és szélmezejének tavaszi átváltódása az északi félgömbön

DVORCSÁK ISTVÁN, Központi Légekfizikai Intézet, Budapest

Spring Transition of the Thermobaric Field and the Wind Field of the Middle Stratosphere on the Northern Hemisphere. In the spring transition of the thermobaric and wind fields of the stratosphere, two basic factors are recognized: a radiation factor and a circulatory or dynamical factor. The former is including the irradiation and emission conditions, the later the advective and adiabatic effects. In this paper, the respective roles played by these factors in the spring transition are discussed. For the spring months of 11 years (1958—1968) the monthly kinematic composite charts, the zonal and meridional circulation indices and temperature cross-sections were examined. All this material has been prepared by using the daily contour charts of the isobaric surface 10 mb published in the volumes of "Meteorologische Abhandlungen".

*

Весенняя смена термобарического поля и поля ветра средней стратосферы на северном полушарии. В весеннюю смену термобарического поля и поля ветра в стратосфере входят два основных фактора: радиационный и циркуляционный или динамический. Первый включает в себе условия инсоляции и излучения, второй — адвективные и адиабатические эффекты. Автор выясняет их роль в процессе весенней смены. Для этой цели он составил сводные кинематические карты, построенные для весенних месяцев 11 лет (1958—1968), индексы зональной и меридиональной циркуляции, температурные разрезы, на основе ежедневных карт абсолютной топографии изобарической поверхности 10 мб, опубликованных в издании «Met. Abhandl.».

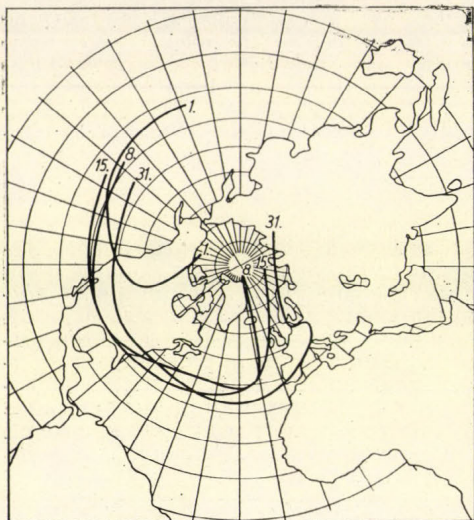
*

A sztratoszféra termobárikus- és szélmezejének tavaszi átváltódása az a folyamat, amelynek során a téli, nyugati cirkulációt a nyári, keleti cirkuláció váltja fel, ugyanakkor a poláris ciklon helyére a poláris anticiklon kerül. Ez a folyamat a téli évszak időjárási helyzetéből fejlődik ki, ennek alakulása határozza meg a tavaszi átváltódás kezdetét.

Télen a sztratoszféra nyomási és áramlási mezejét a mérsékelt és magas szélességeken a mezoszférára is kiterjeszkedő poláris ciklon alakítja ki. Ezen kívül még két permanens anticiklon-centrum is részt vesz a nyomási és áramlási, valamint a hőmérsékleti mező létrehozásában, egyik a Csendes-óceán, másik az Atlanti-óceán felett helyezkedik el. A téli cirkuláció azonban nem zavartalan. A zonális nyugati cirkuláció mellett fokozódó mértékben fellép a meridionális cirkuláció is. A sztratoszférában a hideg félév első felét még viszonylag zavartalan cirkulációs rendszer jellemzi, a félév második felében azonban gyakran jelentkeznek a cirkuláció néha különösen erős zavarai, amelyek a bárikus mező meridionális átalakulásával és nagy hőmérsékleti változással járnak. Ismeretes, hogy a poláris ciklon középpontja rendszerint a pólustól kissé távolabb, hideg centruma pedig délebbre helyezkedik el. Ez a körülmény, valamint az északi és déli szélességek sugárzás-mérlege közötti nagy különbség is kedvez a meridionális komponens kialakulásának, azaz a szélességek közötti hőszállításnak, amely a csökkenő sugárzás-mérlegű területek felé irányul. Az említett sugárzási és dinamikai különbségek a tél második felében teljesebben ki, érthető tehát, hogy a meridionális cirkuláció a tél második felében lép fel fokozottabb mértékben.

Bármely hosszúsági zónában létrejöhet meridionális cirkuláció, mégis gyakoribb Kelet-Ázsia és a Csendes-óceán területe felett, s ez a tavaszi átváltó-

dás megindulásánál alapvető szerepet játszik. Ezekon a területeken vannak olyan időszakok, amikor jelentősen megerősödik a szélességek közötti levegőcsere. Az AT₁₀ térképek analizálásával megállapítható, hogy az ilyen téli hónapokban a sztratoszférikus anticiklon és az ezzel kapcsolatos meleg terület kialakulása Japán térségében megy végbe [1]. A tél első felében ezen meleg magok csupán az északi partvidékig jutnak el, s csak egyes esetekben figyelhető meg



1. ábra. Az 1961. márciusi tavaszi átváltódás kiterjedése a nyugati féltekén. A vastag vonalak a keleti cirkuláció határát jelentik, a mellő írt szám a hónap napját jelenti

meleg légtömegek behatolása Alaszka területére. A tél második felében (január – február) azonban a meleg magok mozgásával együttjáró sztratoszférikus felmelegedés már jóval magasabb szélességeken figyelhető meg (Szahalin és Kurili szigetek), és innen keleti trajektóriákon rendszerint a kanadai szigetvilágra, Kanadára és az Egyesült Államok északi részére terjeszkedik ki. A melegcentrum -30 , -35° körüli hőmérsékletű. Minél későbbben áll be a sztratoszférában az ilyen típusú felmelegedés, annál intenzívebben megy végbe és annál északibb szélességekig nyúlik. Ha ebben az időszakban nem lép fel erős felmelegedés a sztratoszférában a sarkvidék felett, akkor ez a helyzet megmarad a tavaszi átváltódás megindulásáig, és lehetővé teszi a folyamat korai (márciusi) létrejöttét. Ellenkező esetben a felmelegedés megszűnése után meggyengül a meridionális cirkuláció is, és a délibb szélességekre visszahúzódó anticiklon csak később indul a sarkvidék felé. Az olyan télen tehát, amikor a meridionális cirkuláció zavartalanul fejlődhet és erősödhet, a csendes-óceáni anticiklon is fejlettebb lesz és a tél második felében a 60° körüli szélességeken helyezkedik el. Tehát a sarki sztratoszféra hőmérsékletének tavaszi emelkedése nem csupán a sugárzási mérleg évi menetétől függ, hanem a téli sztratoszféra meridionális cirkulációjának fejlettségi fokától is.

A vizsgált 11 évből (1958 – 1968) három olyan év volt (1959, 1961, 1964), amikor márciusban indult meg a tavaszi átváltódás a középső sztratoszférában. Mindhárom évben a folyamat azonosan nagy intenzitással indult meg és ment végbe [3]. Már ezen évek január – február havi 10 mb-os abszolút topográfiai térképein is megtalálható volt ez a fejlett aleuti anticiklon az $50 - 60^\circ$ északi szélességek körül. Fejlett meleg területe többször is felmelegedést okozott

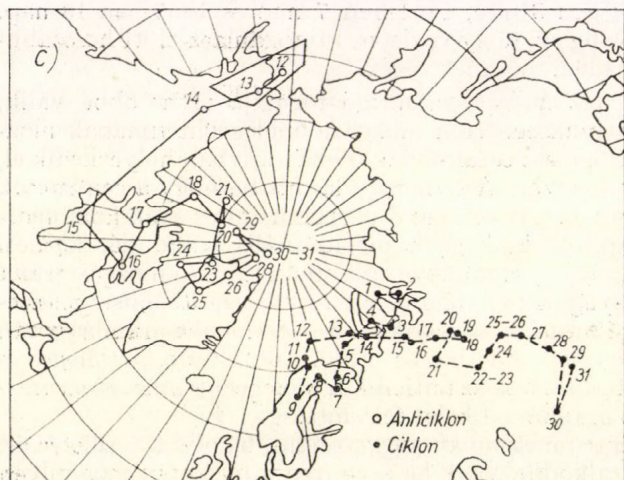
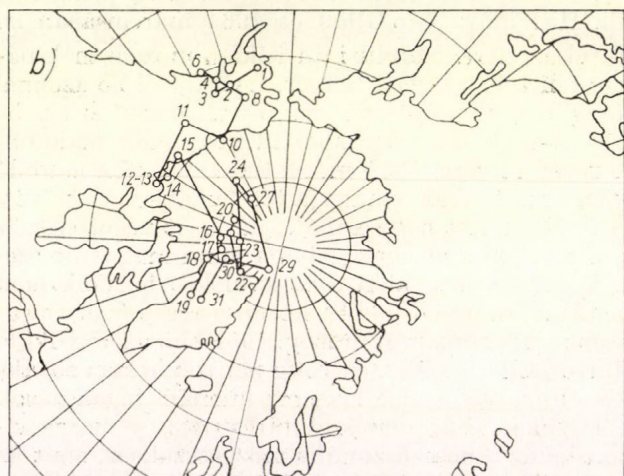
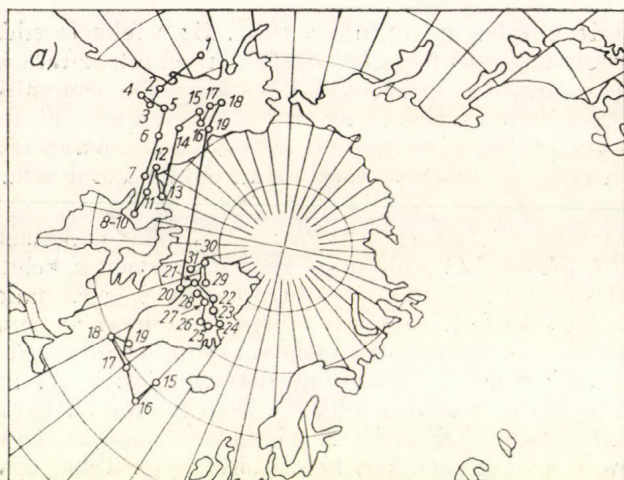
a nyugati féltekén a tavaszi átváltódás megindulása előtt. Ez a felmelegedés azonban különbözik az ún. robbanásszerű felmelegedéstől, mivel intenzitása is kisebb és a folyamat is lassabban megy végbe. Ennek következtében nem válik ketté a poláris ciklon, nincsenek keleti szelek és az anticiklon sem húzódik fel a sarkvidékre, ugyanakkor a poláris ciklon centrumát állandóan a szokásos téli helyzeténél délebbre kényszeríti. Ezzel lehetővé teszi az anticiklon korai behatolását a sarkvidék területére.

Példaként említhető meg az 1961. márciusi tavaszi átváltódás alakulása a 10 mb-os izobárfelületen (*1. ábra*). Látható, hogy március elsején a keleti cirkuláció már elérte a Csendes-óceán területén a szubtrópusi övet, és Kanada északnyugati területére is kiterjeszkedett. Egy hét múlva, március 8-án már az Egyesült Államok déli részén is elérte a szubtrópusi övet és az Atlanti-óceán nagy részét, március 15-én pedig Európa északnyugati részéig jutott, és az Atlanti-óceánon is érintkezésbe került a szubtrópusi öv légáramlásával. Ezen a napon az anticiklon felhúzódása is megkezdődik a sarkvidékre, március 31-én már Közép- és Dél-Európára is kiterjeszkedik a keleti cirkuláció. Tehát egy hónap alatt az egész nyugati féltekén megtörtént az átváltódás. Ez pedig erőteljes és gyors folyamatra vall. Hasonló a kép 1959 és 1964 márciusában is.

A *2b. ábra* mutatja egyúttal az 1961. márciusi anticiklon mozgásának pályáját. Március 8-án hagyja el téli tartózkodási helyét, nem hatol be azonnal a sarkvidékre, hanem egy hétig zonális pályán mozog, és csak azután lép be a sarkvidék területére. Március 27-től kezdve a pólusnál tartózkodik, majd onnan visszafordul Grönland középső részére. 1959 márciusában szintén hasonló a mozgáskép (*2a. ábra*). Elsején az anticiklon elhagyja téli tartózkodási helyét, és Kanada észak-északnyugati része felett nagy zonális mozgást végez először keleti, majd nyugati irányban. Közben a mozgás pályája mind magasabb szélességekre tevődik át. Márc. 18-tól az anticiklon a sarkvidékre húzódik, nem olyan magasra, mint 1961-ben, centruma Grönland középső része felett megállapodik, és a hónap végéig többnyire zonálisan mozog. 1964-ben az anticiklon március 12-én hagyja el téli tartózkodási helyét, és 15-ig nagyon hosszú zonális pályát fut be, majd 15-étől kisebb-nagyobb zonális és meridionális ingadozások után, fokozatosan eléri a pólus vidékét (*2c. ábra*). A tárgyalt 3 év mozgásvi-szonyainak egyik közös jellemzője az a hosszú zonális mozgásszakasz, amit az anticiklon a téli terület elhagyása és a sarkvidékre való behatolás közti időben tesz meg. Ez az időköz 1964-ben 3 nap, 1961-ben 7 nap és 1959-ben 18 nap. A másik közös jellemvonás pedig az, hogy végleges kimozdulása előtt hosszabb-rövidebb ideig tartó rendszertelen mozgást végez.

Az aleuti anticiklonnak ez a sajátos mozgásformája érthetőbbé válik, ha meggondoljuk, hogy a nyomáscentrum mozgása melegcentrumának mozgását követi, amely az előbbtől kissé észak-északkeleti irányban helyezkedik el, vagyis a két centrum nem esik egybe. Az a nézet alakult ki, hogy a centrumok ilyen kölcsönös elhelyezkedését az advekcio és a vertikális mozgások kombinált hatása szolgáltatja. Megállapították, hogy a meridionális átalakulás kezdeti időpontjában az anticiklon (vagy gerinc) keleti peremén leszálló mozgásterület alakul ki [2]. Az anticiklon nyugati peremén mérsékelt és szubtrópusi szélességekről származó meleg levegő áramlik, amelyik az anticiklonális áramlás során bekerül ebbe a leszálló mozgású területbe, és adiabatikus úton pótlólagosan felmelegszik. Ez az új meleg terület lesz az anticiklon melegcentruma, és az anticiklon északi részén fennálló áramlással kelet felé mozog.

Az így létrejött melegcentrum azonban meggyengül, ha olyan területre ér, ahol alacsony hőmérséklet uralkodik, vagy ha a centrum területén valamilyen

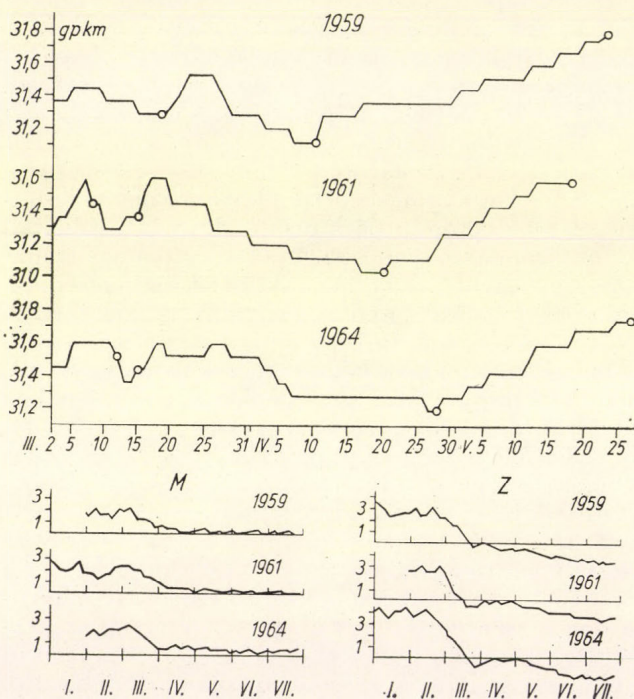


2. ábra. Az anticiklon mozgáspályája a kora tavaszi átváltódású évek március hónapjában. A számok a hónap napját jelentik. A poláris ciklon pályáját szaggatott vonal tünteti föl

okból lehülés lép fel. Ebben az esetben a nyomáscentrum délebbre húzódik, ahol újból kialakul és megerősödik melegcentruma. Ha pedig a melegcentrum erősödik vagy intenzitása csak keveset változik, akkor az anticiklon erre az időre helyben marad, vagy csak jelentéktelen mozgást végez. Az erősödés befejeztével a melegcentrum az anticiklon áramlásának megfelelő irányba indul meg. Ha mozgásának irányába még melegebb terület esik, ezzel egyesül, és így meggyorsul a nyomáscentrum mozgása is, amivel együttjár további megerősödése is. Megfigyelhető a melegcentrumnál, hogy mozgása a nálánál melegebb területek felé irányul. Ez a helyzet állt elő a korai (márciusi) átváltódásoknál is, de a késői kitavaszkodásnál szintén tapasztalható. Abban az esetben, amikor az anticiklon melegcentrumának intenzitása jelentősen változott, nyomáscentruma is rendszertelen mozgásba kezdett, amelyben gyakori volt a déli irányú mozgáskomponens. Megállapítható volt ez 1959 és 1961 márciusában az anticiklon téli tartózkodási területén. 1964 márciusában azonban melegcentrumának intenzitása csak keveset változott, sőt inkább erősödött. Ekkor az anticiklon alig mozgott Alaszka felett. A három év márciusában azonban a poláris ciklon is fejlett volt, és így e két nyomáscentrum között élénk kölcsönhatás alakult ki. Ennek következtében erős futóáramlás alakult ki Grönland, Északkelet-Kanada felett. A futóáramlás ugyancsak fejlett vertikális cirkulációja az Archipelágus felett még melegebb területet alakított ki az anticiklon melegcentrumánál. Ugyanakkor egy másik nyomáscentrum is keletkezett Északkelet-Kanada felett (1964 márciusában, de 1959 márciusában még Grönland déli csúcsánál is). A két melegcentrum és a két nyomáscentrum egyesült, és ezáltal jött létre a hosszú zonális irányú mozgás. A melegcentrum emellett a nyomáscentrumtól mindig északra feküdt. Ez az egyesült melegcentrum azonban nem tudott tovább kelet felé előrehaladni, mivel ott a futóáramlás területén nagyon hideg sarkvidéki levegő hatolt déli irányba, számára pedig a hideg terület jelenléte kedvezőtlen. Ezért lassan északnyugati irányba kezdett terjeszkedni, amit követett az anticiklon nyomáscentruma is. Így jött létre a zonális pályaszakasz éles északnyugatra fordulása, és az anticiklon behatolása a sarkvidék területére. Ezután a melegcentrum részben erősödött, részben területben is növekedett, majd a pólust elérve áthaladt a sarkvidék ázsiai szektorába. Az anticiklon centruma lassan tovább követte, és a két centrum ezután fedésbe került. A vizsgált években a behatolás időpontjai: március 15. és 18., nyilván akkor következik be, amikor a sarkvidék területe annyira előmelegedett az advektív és adiabatikus hőhatások révén, hogy be tudja fogadni az anticiklont. Mivel a melegedés délről hatol fel a pólus felé, az anticiklonnak is nagyjából követni kell ezt az irányt.

Az anticiklon centrumának erősödése kapcsolatban áll a meridionális cirkuláció fejlődésével. A 3. ábra mutatja e 3 év anticiklon centrumának intenzitás görbéit a zonális cirkulációs indexekkel együtt március elejétől az átváltódás teljes befejeztéig. (Cirkulációs indexen itt geopotenciál különbséget értünk.) Látható, hogy 1964 márciusának első dekádjában tetőzött a meridionális cirkuláció, majd rohamosan csökkent a hónap végéig. Innen kezdve — kis ingadozásokkal — gyenge maradt kb. május 10-ig, ezután még tovább gyengült. A meridionális cirkulációnak ez a gyengülése azzal magyarázható, hogy az átváltódás folyamatának előrehaladásával a zonális geopotenciál különbségek mind jobban csökkennek. A meridionális hőmérsékleti és nyomási gradiens is megfordul, és most már északról indul meg a hőáramlás dél felé. Amikor március 31-én a meridionális cirkuláció elérte mélypontját, akkor indult meg a lehülés a sarkvidék területén és vele az anticiklon gyengülése, ami a kisugár-

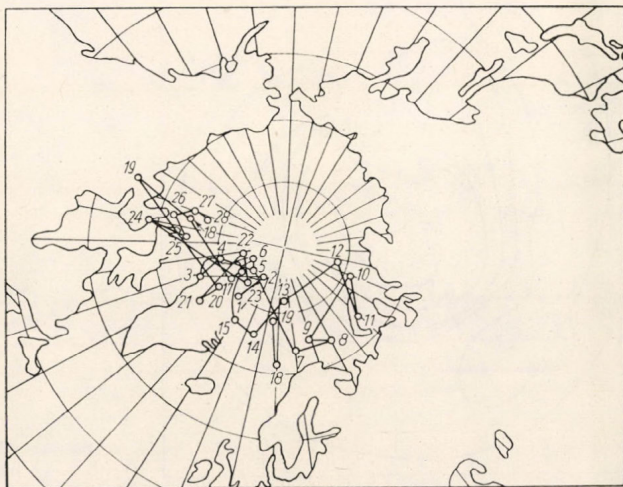
zásos lehülés megerősödésére mutat. Ennek hatását csak lassan tudja kiegyenlíteni és felülmúlni a sarkvidéki sztratoszféra sugárzásos felmelegedése. Ez az anticiklon folyamatos erősödésének időszaka. Az anticiklon gyengülése miatt április második felétől május első dekádjáig a nyugati szélkomponens is újból fellép több olyan helyen, ahol előzőleg keleti szélkomponens állott fenn [4]. Tehát a meridionális cirkuláció lecsökkenése, a sarkvidéken fellépő lehülés és az anticiklon meggyengülése, valamint a nyugati szélkomponens újbóli jelentkezése között a tavaszi átváltódás folyamán szoros kapcsolat van. A lehülés



3. ábra. Zonális és meridionális cirkulációs indexek, valamint az anticiklon centrumának intenzitás-változása geopot. dkm-ben, a három koratavaszi átváltódású évben

hatása természetesen meglátszik az 1964. április havi mozgáspályán is (4. ábra). Ha a tavaszi átváltódás csak a sugárzás hatására menne végbe, akkor a középső sztratoszférában a késő tavaszi átváltódás lenne a normális. Mivel márciusban a sarkvidék sugárzás-mérlege negatív, ezek a kora tavaszi átváltódások negatív sugárzás-mérlegű területen mennek végbe. Olyan ellentmondó helyzet áll elő, hogy negatív sugárzás-mérlegű területen lépnek fel magas nyári hőmérsékletek, amelyek magas nyári pozitív sugárzás-mérlegnek (június – július) felelnek meg. Nyilvánvaló, hogy ezt a nagy hőmérséklet-deficitet csak a cirkulációs (dinamikai) hőhatások tudják áthidalni. Tehát a kora tavaszi átváltódás a cirkulációs tényező hatására jön létre. Csupán a sugárzás útján történő felmelegedés azonban nem játszik szerepet még a késő tavaszi átváltódás megindulásában sem, mivel ebben az esetben is ezt a folyamatot a sokkal erősebb cirkulációs hőhatások indítják el és tartják fenn addig, amíg a sugárzás-mérleg önállóan át nem veszi a cirkulációtól ezt a szerepet. A sarkvidék feletti középső sztratoszféra sugárzás-mérlege az anticiklon folyamatos erősödésénél mutatja meg hatását a tavaszi átváltódás folyamatára. A megvizsgált időszak 11 tavasza közül

8-nál későn indult meg az átváltódás, és csaknem egybeesett az anticiklon folyamatos erősödésével, és a zonális keleti áramlással: április 15., 26., 27., és május 3., 7. és 14. Három évben (1959-, 1961- és 1964-ben) korán indult meg a tavaszi átváltódás, és az anticiklon megerősödése majdnem egy hónappal később kezdődött: április 10., 20. és 28. Ha eltekintünk az április 10-i dátumtól, mint legkorábbtól, amelyben nyilván a cirkulációból eredő hőhatások játszottak közre, akkor az ezután adódó legkorábbi dátum április 15.



4. ábra. Az anticiklon mozgáspályája 1964 áprilisában

A 10 tavasz folyamán tehát az anticiklon folyamatos erősödésének időpontjai április 15. és május 14. közé esnek, ami világosan mutatja azt, hogy április második felétől kezdve a sarkvidék feletti középső sztratoszféra sugárzás-mérlege már nemcsak fenntartja a területére behatolt anticiklont, hanem tovább is erősíti.

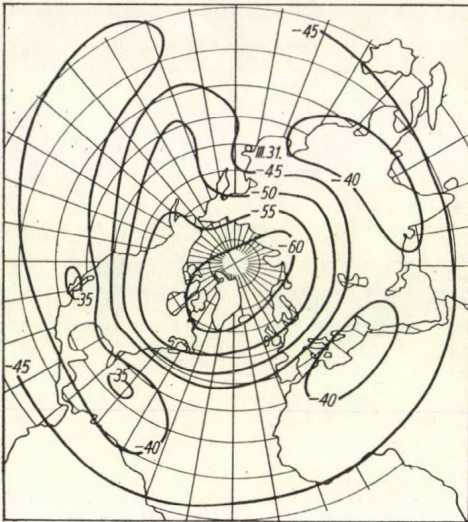
Az alábbi számok a korai és késői tavaszi átváltódás időtartamát adják meg napokban a vizsgált 11 tavaszra vonatkozóan (az átváltódást attól a naptól számítjuk, amikor az anticiklon elhagyja téli tartózkodási helyét, és akkor fejeződik be, amikor az egész féltekére kiterjeszkedik az átállás).

Késői átváltódás időtartama: 70, 66, 60, 51, 46, 41, 39 nap

Korai átváltódás időtartama: 85, 78, 73 nap.

Látható, hogy a késői átváltódás kivétel nélkül rövidebb idő alatt megy végbe, mint a korai. A leghosszabb késő tavaszi átváltódás időtartama (70 nap) 15 nappal rövidebb a leghosszabb kora tavaszi átváltódás időtartamánál (85 nap). A legkisebb különbség három nap, a legnagyobb 46 nap. Ez arra mutat, hogy a késői időszak miatt a meridionális cirkuláció csökkenése révén fellépő hőmérséklet-csökkenésnek a folyamat meghosszabbító hatása elmarad (1958) vagy lerövidíti a folyamatot. A sarkvidék feletti középső sztratoszféra sugárzásos felmelegedése tehát gyengítette ezt a hatást, megrövidítette az átváltódás időtartamát. Viszont ezekben az években az anticiklon folyamatos erősödésének időszaka volt a leghosszabb. A késő tavaszi átváltódású években a meridionális cirkuláció említett fokozatos erősödése és észak felé történő ter-

jeszkedése a tél második felében megszakadt, miután ezekben a hónapokban robbanásszerű felmelegedések léptek fel. A felmelegedések után a sarkvidéken újból helyreállt a téli rend, a meridionális cirkuláció jelentősen lecsökkent. A sarkvidékre behatolt anticiklon Japán vagy Délkelet-Ázsia területére húzódott vissza. Itt kezd újból kialakulni és megerősödni melegcentruma, közben azonban a sarkvidék sugárzásos felmelegedése is erősödik, és mire az anticiklon



5. ábra. Az 1963 tavaszi átváltódás kezdete a 10 mb-os izobárfelületen

elhagyja tartózkodási helyét, a sarkvidék már annyira felmelegedhet, hogy az anticiklon megmaradhat területén. Mozgáspályája ekkor lesz a legrövidebb, a meridián irányában hatol be a sarkvidékre. A késő tavaszi átváltódás jellemző mozgáspályája tehát a meridionális (vagy ahhoz közelálló) pálya lesz, a korai folyamat zonális pályájával szemben. Előbbi esetben tehát az anticiklon haladéktalanul belép a sarkvidékre. Ezekben az években a tavaszi átváltódás megindítója a megerősödött meridionális cirkuláció lesz. Ilyenkor a Csendes-óceán nyugati felében a szubtrópusról kiinduló és a sark felé irányuló melegedés lép fel, míg keleti felén az Arktisz kanadai szektorából kiinduló hideg kiáramlás figyelhető meg a szubtrópusok öv irányába (5. ábra).

A vizsgált 11 év tavaszán legkorábban március 8-án indult meg a tavaszi átváltódás, legkésőbb pedig május 3-án. A kettő közötti időkülönbség 56 nap, ami megfelel annak az ismeretes ténynek, hogy a tavaszi átváltódás kéthónapos időszak folyamán indul meg.

I R O D A L O M

- [1] *Bezuglaja, E. Ja.*: Tyihookeanskij sztratoszfernij anticiklon i jevo roj v termiceszskom rezime sztratoszferü zimoj nad szeverovosztokom CCCP. Trudü Vüp. 211 GGO Leningrad 1967.
- [2] *Craig, R. A. — Lateef, M. A.*: Vertical motion during the 1957 stratospheric warming. *Journal Geophys. Res.* vol. 67, No 5, 1962.
- [3] *Meteorologische Abhandlungen*. Berlin. Band XXXI, XX, IL. Heft 1—2.
- [4] *Ugrjumov, A. I.*: Kvazidvuhletnyja ciklicnoszty veszenneje-letnyej cirkuljacii atmosferü. Leningrad 1971.

PALMEN, E. — NEWTON, C. W.: Atmospheric Circulation Systems (*Légköri cirkulációs rendszerek.*) Academic Press New York and London 1969. 603 oldal, 250 ábra, 21 táblázat. Ára: 1560 Ft.

A könyv *J. Van Mieghem* által szerkesztett International Geophysics Series 13. köteteként jelent meg. Tárnya az alapvető cirkulációs rendszerek lényeges sajátosságainak leírása. A vizsgálatok elsősorban a légkör alsóbb rétegeire korlátozódnak (kb. 100 mb-ig), azonban néhány fejezetnél, ahol a felsőbb rétegekben lejátszódó események befolyása szátóttévó az alsó atmoszféra jelenségeire, a mechanizmus értelmezése miatt szükségyszerűen utálnak a troposzféra fölötti rétegek folyamataira. A szerzők a bevezető részben megjegyzik, hogy bár az utóbbi 20—30 év megfigyelései tökéletesedtek és megszapordtak, mégis elégtelenek ahhoz, hogy megengedjék a különböző cirkulációs formák bonyolult sajátosságainak komplett leírását. Mindazonáltal arra törekednek, hogy a szinoptikus meteorológia jelenlegi munkáját támogassák rész megoldások kidolgozásával. A cirkulációs rendszerek karakterét mozgásukban és az általános kép összefüggésében mutatják be. A fejezetek végén felsorolt bibliográfia pedig az olvasó munkáját könnyíti meg.

Az I—II. fejezetben az általános cirkuláció struktúráját tisztázzák, kifejtve álláspontjukat, hogy a hő-, az energia- és a szögmomentum-egyensúly az örvények és a meridionális cirkuláció révén valósul meg. Részletesen elemzik a vertikális hőfluxus folyamatát a trópikusokon és a magasabb szélességeken. A III. fejezetben a szél és hőmérsékletváltozás évszakos és zónális változását írják le. E folyamatok tisztázásánál érdeklődésük a magasabb rétegek vizsgálatára is kiterjed kb. 100 km magasságig. A szinoptikus rendszerek vizsgálatát azonban csak a troposzféra tartományában végzik el. A légtömegek, frontok, jet stream-ek és a tropopauza korszerű elméletét a IV. fejezetben írják le. A polárfiónt-elmélet és a szinoptikus aerológia kialakulásának mozzanatait történeti áttekintésben foglalják össze az V. fejezetben. A magasszintű áramlási képek, a felső hullámok és az időjárású rendszerek fejlődése és viselkedése közti kapcsolatot a VI. fejezetben foglalják össze. Részletesen elemzik a frontok és a tropopauza struktúráját a szél- és hőmérséklet-mezővel kapcsolatban, különös figyelemmel a polárfiónt szomszédtságában. Ismeretük módot ad a troposzférikus jet stream-ek: a polárfiónti, a szubtrópusú és az alacsony szintű jet-ek tárgyalására. A hullámszerű háborgások és a frontális ciklonok kapcsolatát a X. fejezetben írják le. Az extratropikus ciklonok fejlődését a felső szintű divergencia erősödésének függvényében a XI. fejezetben mutatják be. A kinematikai megfontolások mellett a ciklonfejlődés komplikált viszonyait a planetáris hullámok, a termikus mező változása, valamint az orográfiai befolyások közreműködésében elemzik.

A XII. fejezetben a felhő- és csapadékeletkezést a frontok és szinoptikus méretű háborgások szempontjából vizsgálják. A közepes szélességek konvektív rendszereivel, az egyedi viharokkal, az instabilitás keletkezésével és felszabadulásával, a squall line-ok szinoptikus struktúrájával a XIII. fejezetben foglalkoznak, míg a trópusú ciklonok és zavarok, a passzátok, hurrikánok leírását, valamint ezek energiaviszonyait a XIV. és XV. fejezetben részletezik.

A szerzők tízennégy fejezeten keresztül bemutatják az atmoszféra számos olyan jelenségét, amelyeket a korábbi és a jelenlegi megfigyelések és mérések minden kétséget kizáróan bizonyítanak. Tárgyalásuk alapján világossá vált, hogy az általános cirkuláció megértése és problémája az analízisek és hipotézisek valószínűségének igazolására az energiaátalakulások felmérése alkalmas, ezért az utolsó két fejezetben részletesen foglalkoznak energiaátalakulási vizsgálatokkal és eredményekkel. A hőforrások és nyelők szerepét az általános cirkulációs folyamatokban különös hangsúllyal kezelik. A cirkuláció domináns sajátosságait, mint a monszunok és a cirkulációs rendszerek évszakos változását, területi eloszlását, a konvektív rendszerek fenntartására irányuló energia-átállítások különböző formáit ábrákkal is részletesen elemzik.

A további feladatok irányára vonatkozóan hangsúlyozzák a fronto- és ciklogenezis közti alapvető fizikai kapcsolat kutatását, különös figyelemmel a hasznosítható potenciális energia és a kinetikai energiák vizsgálatainak kiterjesztésére.

A magyarázatokhoz alkalmazott illusztrációk jelentős része az Északi-féltekére, döntő többségükben Észak-Amerika területére vonatkozik. A szerzők maguk is az olvasó elnézését kérik, hogy irodalmi hivatkozásaik és ábrák elsősorban e területre vonatkoznak. A könyv a szakemberek igen széles rétegének ad irodalmi áttekintést, és bár a számítási technika és a numerikus megoldások részleteit nem tartalmazza, elvi megfontolásai újabb kutatásokra ösztönöznek.

Császár Margit

*

PANCSEV, SZ. — BOZSIKOV, R.: *Obsesa meteorologija (Általános meteorológia.)* Nauka i izkustvto, Szófia, 1969. 384 oldal, 241 ábra, 61 táblázat.

Az Általános Meteorológia című tankönyv anyagát a szófiai egyetemen folyó meteorológus-képzés tanterve szerint az 5. és 6. szemeszterben adják elő heti 3+1 ill. 3+3 órában. A hallgatók ekkor már alapos matematikai és fizikai ismeretekkel rendelkeznek, és ez a könyv szerkezeti felépítését és a tárgyalásmód mélységét is megszabja.

A 18 fejezetből hármat közösen írtak a szerzők, tizenegy fejezet Pancsev tollából származik, négyet pedig Bozsikov írt.

Az I. fejezet 8 paragrafusra oszlik és általános bevezetőrészt tartalmaz, az utolsó paragrafusban a meteorológiai elemek gradiensének fizikai-matematikai értelmezéséig jutnak el a szerzők. A II. fejezetben a légkör összetételéről és tagozódásáról olvashatunk, de helyet kapnak e fejezetben a turbulens átvitel egyenletei is, valamint az ózon szélességi körönként és magasság szerinti eloszlásának tárgyalása. A III. fejezetben a légköri statika problémáival foglalkoznak a szerzők: a IV. fejezetben a légköri termodinamikai alapjait ismertetik. A légkör rétegzettségével, a labilitási problémákkal és a konvekció fizikai természetével foglalkozik az V. fejezet.

A légköri folyamatok energetikai hátterének, a napsugárzás törvényszerűségeinek a tárgyalására a VI. fejezetben kerül sor. Ezt követően a Föld- és a légkör hosszúhullámú kisugárzásával és a sugárzási egyenleg kérdéseivel foglalkozik. A következő két fejezetben kerül sor a talaj és a levegő hőmérsékleti rendszerének tárgyalására. Az alapvető jelenségek ismertetése után a X. fejezetben a légkör hőmérlegének problémáit analizálják a szerzők.

A XI., XII. és XIII. fejezetet a légkörben fellépő vízzel kapcsolatos folyamatok leírásának és tagolásának szentelik. A párolgás fizikai folyamatának leírása, a fázisegyensúly kérdései, a cseppek görbületének, az oldatoknak és a cseppek elektromos tulajdonságának a telítési gőznyomásra gyakorolt hatásának matematikai formulákkal megalapozott tárgyalásán kívül a vízgőz molekuláris és turbulens diffúziójának kérdéseiről is olvashatunk e fejezetekben, majd e részt a felhők és ködök fizikai sajátosságainak leírása és a különböző csapadékformák keletkezési feltételeinek taglálása zárja le. E témakörhöz szorosan kapcsolódik még a XIV. fejezet is, amelyben a felhőkön belül lezajló optikai és elektromos jelenségek ismertetésére kerül sor.

A XV. és XVI. fejezet a légköri dinamika alapjaival foglalkozik. A légkörben ható erők tárgyalása után a geosztrifikus és gradiens szél egyenleteinek levezetésére kerül sor, de itt olvashatunk a sűrűlódásos áramlásokról is. A helyi szélrendszerek ismertetésén túl, a szél periodikus és nem periodikus változásairól, a szélmező statisztikai szerkezetéről is írnak a szerzők. Néhány paragrafus a szabadlégköri szélmérsé technikaival és gyakorlati végrehajtásával foglalkozik.

A XVII. fejezetben tárgyalja a könyv a ciklonok és anticiklonok sajátosságait, szerkezeti felépítését, keletkezésük problémáit és e képződményekkel kapcsolatos időjárási jelenségeket. Az utolsó, XVIII. fejezet az általános cirkuláció kérdéseivel foglalkozik.

A könyvet jó felépítése, logikus tárgyalásmódja és az ismeretek fokozatos közlése kitűnő tankönyvvé teszi. A felvetett problémák megoldásánál a szerzőket a tárgyalásmód matematikai eleganciájára való törekvés jellemezte, ezt a célkitűzést maradék nélkül meg is valósították. Mind az elméleti, mind a leíró részeknél a szerzők igyekeztek a legkorszerűbb anyagra támaszkodni. A kiadótól gondosabb munkát érdemelt volna a gazdag tartalom.

Rákóczi Ferenc

ZÁCH ALFRÉD NYUGALOMBA VONULT

Négy évtizedes, az átlagot messze meghaladó aktív szervezői és vezetői munkásság után 1972. január 1-vel nyugalmába vonult Zách Alfréd, az OMSZ Központi Előrejelző Intézetének igazgatója.

1910. augusztus 20-án született Budapesten. Középiskolás diákként is élénken érdeklődött az időjárás eseményei iránt, már ekkor gyakori látogatója volt a Meteorológiai Intézetnek. Egyetemi tanulmányait a budapesti Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karán végezte, ahol 1935-ben földrajz – történelem – magyar szakos középiskolai tanári oklevelet szerzett, majd 1943-ban a földrajztudományok egyetemi doktorává avatták.

A meteorológia iránti érdeklődése egyetemi éveire is jellemző; mint másodéves hallgató kiegészítő észlelő, résztvesz a műszerzalagok és klímaívek feldolgozásában, 1934-ben pedig az országos csapadékmérő hálózat megszervezésében.

Diplomájának megszerzése után az intézet Előrejelző Osztályán dolgozik, hosszabb időn át végzi a budapesti észleléseket, 1938-ban megszervezi hazánk első hegyi hősürgönyző állomáshálózatát.

Szakmai érdeklődése a magyar éghajlatkutatás akkoriban egyik meglehetősen elhanyagolt területe, a borultsági és felhőzeti viszonyok tanulmányozása felé fordult. Felismerve a felhőzeti viszonyok időjárás: hatásainak fontosságát, feldolgozta az ország 100 állomásának felhőzeti adatait. E munkája „A felhőzet eloszlása Magyarországon” címmel 1943-ban jelenik meg a Magyarország éghajlatát ismertető sorozat második köteteként. „Magyarország Éghajlati Atlaszá”-nak első kötetében jelenik meg az általa szerkesztett felhőzeti térképek, majd a második kötet: az „Adattár” számára feldolgozza a felhőzet közép- és gyakorisági értékeit. Érdeklődéssel kíséri az 50-es évek hazai árvizeinek meteorológiai feltételeit. 1960-ban „Budapest borultsági viszonyai” c. értekezése alapján elnyeri a földrajzi (éghajlat-tani) tudományok kandidátusa címet.

Rendkívül sokoldalú és töretlen aktivitású Zách Alfréd szervezői és vezetői tevékenysége is. A 40-es években mint repülésmeteorológus

aktív részt vállal a repülőgépes magassági fel-szállásokban. A II. világháború után tevékenyen veszi ki részét a romokban heverő intézet újjáépítésében és a csaknem teljesen elpusztult állomáshálózat újjászervezésében. A helyreállítás követő években az első észlelői tanfolyam egyik szervezője és előadója. 1948-ban a rövid távú előrejelző szolgálat vezetője, megszervezi az országos veszélyjelentő hálózatot és megindítja a balatoni viharjelző szolgálatot. Ezért a tevékenységéért 1950-ben a „Kiváló Munkáért” kitüntetésben részesül.

A felszabadulás után a Balaton a széles néprétegek üdülőhelye lett. Ezt felismerve, Zách Alfréd nagy odaadással vesz részt a Balaton fejlesztésében. Megalakulásától kezdve tagja a Balatoni Intéző Bizottságnak, és ebben a minőségében jelentős szerepet vállal az első regionális tervekhez szükséges éghajlati adatok feldolgozásában. Több éven keresztül részt vesz a balatoni idegenvezetők és vízrendőrök oktatásában. Foglalkozik a Balaton jellegzetes időjárás: és éghajlati viszonyaival. Ebben a tárgykörben számos előadást is tart és sok cikke jelenik meg. Az 1953-ban megindult kis népszerű kiadványsorozat első kötete „Balatoni szél” címmel az ő tollából jelenik meg. Sokoldalú szervezői tevékenységéért 1953-ban a *Munka Érdemérem*-mel tüntetik ki.

1950-től az Országos Meteorológiai Intézet igazgatóhelyettese. Ebben a beosztásban sokat fáradozik az intézet fejlesztéséért, az állomáshálózat és a hírközlés korszerűsítéséért, valamint a vidéki obszervatóriumok létesítéséért. Különösen nagy érdemei fűződnek a sífoki viharjelző és kutató obszervatórium létrehozásához. E tevékenysége közben nem feledkezett meg arról sem, hogy új létesítményeinket kiváló művészeink képzőművészeti alkotásai ékesítsék.

Sokat tett és tesz még ma is tudományunk népszerűsítéséért. 1955 óta az „Élet- és Tudomány” c. folyóirat szerkesztőbizottságának tagja. Ebben a folyóiratban számos népszerű cikke jelent meg. 1956-ban kezdeményezője a „Légkör” c. népszerű szakmai tájékoztató megindításának. Sokat fáradozik az intézet által kiadott népszerű könyvek kiadásán. Tevé-

keny részt vállal a Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat munkájában. Kezdetről fogva tagja a Magyar Meteorológiai Társaságnak. Hosszú időn keresztül a Társaság választmányi tagja, majd fegyelmi bizottságának elnöke. 1971-től a Társaság társelnöke. 1955-ben egyik kezdeményezője az azóta igen népszerűvé vált meteorológiai vándorgyűléseknek. 1963-ban a Társaság a „Steiner Lajos Emlékérem”-mel tünteti ki.

Jelentős érdemei fűződnek szolgálatunk nemzetközi kapcsolatainak ápolásához, több nemzetközi ülésen látja el annak képviselőjét. Éveken át elnöke intézetünk Békebizottságának, Magyar—Szovjet Baráti Társaságának és helyi Vöröskereszt Szervezetének.

1971. január 1-től az OMSZ Központi Előrejelző Intézetének igazgatója. Ugyanezen év júniusában a *Munka Érdemrend ezüst* fokozatával tüntetik ki. Nyugalomba vonulása óta a Központi Előrejelző Intézet tudományos tanácsadója.

Olyan tevékeny, impulzív és sokoldalú érdeklődésű ember számára, mint *Zách Alfréd*, a nyugalomba vonulás egyáltalában nem jelenti a szakmai és közéleti tevékenységtől való visszavonulást. Biztosra vehetjük, hogy tapasztalatait, szervezői képességét még hosszú ideig a szolgálat fejlesztésére és népszerűsítésére fogja fordítani. Kívánunk ehhez *Zách Alfréd*-nak jó egészséget és további sok sikert.

Bodolai I.

*

A WMO EURÓPAI RÉGIÓJÁNAK ÜLÉSE

A Meteorológiai Világszervezet európai regionális asszociációja (RA-VI.) 1972. április 19. és 26. között rendkívüli ülést tartott Luzernben. A „rendkívüliség” abból adódott, hogy erre az ülésre rendszeresen a négyévenként ismétlődő kongresszusok közötti időszakban egyszer kerül sor, most viszont az V. és VI. kongresszus között két ülést is rendeztek.

Újdonság volt az is, hogy a hagyományos dokumentumelőkészítés egyik fázisát kihagyva aránylag sikeresen gyorsított eljárást alkalmaztak. Ennek eredményeképpen a szokásos két hét helyett nyolc nap alatt fejeződött be a munka.

A résztvevő 29 ország között a magyar meteorológiai szolgálat részéről *Czelnai Rudolf* igazgató, *Ambrózy Pál* főosztályvezető, a külügyminisztérium részéről *Béla Imre* II. oszt. titkár volt jelen.

Az ülést *R. Schneider* a régió elnöke nyitotta meg, majd *D. A. Davies*, a WMO főtitkára is üdvözölte a résztvevőket. A munka két bizottságban folyt *A. Drevikovsky* (Csehszlovákia) és *E. Süssenberger* (NSZK) elnökletével, a WMO részéről a titkári teendőket *Tölgyesi István* látta el.

A régió elnökének beszámolóját követően a szovjet delegáció az NDK egyenlő jogú részvételét szorgalmazta. Hasonló nézetének adott kifejezést a többi szocialista ország delegációja is.

Az ülészak igen szerteágazó szakmai kérdések szervezeti problémáiról tárgyalt, közülük beszámolóinkban csak a legfontosabbakra szorítkozunk.

A WVV rendszerében végrehajtandó regionális tevékenységgel kapcsolatban a résztvevők megegyeztek abban, hogy minden magaslégkör-kutató állomáson 00 és 12 GMT-kor rendszeresen kell rádiószondás megfigyeléseket végezni, legalább 30 mb-ig, ám egy válogatott hálózat állomásainak legalább 10 mb-ig történő felszállásokat kell végeznie. Ennek a hálózatnak az állomásai a lakott területeken kb. 700 km-re, a tengereken 1000 km-re lehetnek egymástól (magyar állomás nem szerepel köztük). Ettől függetlenül azonban minden állomáson törekedni kell a 10 mb-os szint elérésére.

Foglalkozott az ülés a közel-keleti magaslégköri állomások jelentéseinek rendszertelen voltával és ajánlást dolgozott ki a helyzet megjavítása céljából. A tengereken fenn kell tartani az álló és mozgó hajókról történő megfigyeléseket, szorgalmazni kell a repülőgépes megfigyelések végzését és kisugárzását. Ugyanakkor fokozni kell az automata megfigyelő állomások telepítésének ütemét.

Az adatfeldolgozási rendszerrel kapcsolatban az ülés határozatokat nem hozott, de több fontos megállapítást tett. A világ- és regionális központok analíziseinek prioritási listájára vonatkozóan a szovjet delegáció részletes javaslatot nyújtott be. Most az asszociáció elnökének kell összegyűjtenie az ezzel kapcsolatos véleményeket. Szó van arról is, hogy idővel az Egyesült Államokból fakszimilén érkező nef-analíziseket felhőmozaikok váltják majd fel.

A telekommunikációs kapcsolatban meg tárgyalt kérdések egyrészt az új regionális hálózat (EMTN) megvalósítására, másrészt adatkezelési eljárásokra terjednek ki. Az ülészak megállapította, hogy az új, középsebességű telekommunikációs rendszer üzembeállítása a tervezettnél lassabban megy végbe, részben anyagi és műszaki okok, részben szakemberhiány miatt. A Prága—Budapest—Bukarest—Szófia vonal üzembehelyezésének tervezett időpontja 1973 vége.

A jövőben egyre több szolgálat tér át automatikus adatkezelésre. Minthogy ez jelentős programozási munkát igényel, szükséges, hogy az egyes szolgálatok az adásrendben tervezett bármilyen módosítást jó előre nyilvánosságra hozzák.

Az ülészak elismeréssel nyilatkozott a Hidrometeorológiai munkacsoport eddigi tevékenységéről, amely a jövőben Hidrológiai munkacsoportként nagyobb taglétszámmal fog működni.

Részletesen tárgyalták a környezetszennye-

zés meteorológiai vonatkozásait. Az ülésszak sürgeti a tagországok aktív részvételét a környezetvédelmi feladatok ellátásában, a légszennyeződés előrejelzésében stb. Európában eddig 15 állomás kapcsolódott be a háttér-szennyeződés folyamatos mérésébe, 13-nak pedig most folyik a kialakítása.

Az ülés köszönetét fejezte ki. *F. Steinhäuser* professzornak és *Dési Frigyes* professzornak az európai éghajlati atlasz első kötetének elkészítéséért. Tudomásul vette az ülés közlésüket, hogy a következő térképsorozatok már ugyancsak elkészültek, tehát publikálhatók lennének, s kérte a főtítkárt, hogy folytasson tárgyalásokat az UNESCO-val a további kötetek kiadásáról.

Román és jugoszláv előterjesztésre az ülésszak megelégedéssel nyugtázta az alpi és kárpátmeteorológiai konferenciák sikeres tevékenységét, bár az a vélemény alakult ki, hogy ezeket a jövőben egy rendszerre lehetne egyesíteni, sőt kívánatos, hogy ezek a konferenciák a WMO támogatását is élvezzék.

A technikai együttműködés kérdéseinek vitájában hangsúlyozták, hogy figyelembe véve az Egyesült Nemzetek fejlesztési programja (UNDP) lebonyolításának új rendszerét, a meteorológiai szolgálatoknak mindent meg kell tenniük a nemzeti programokba való aktívabb bekapcsolódásra. Az ülésszak az UNDP támogatását remélve javaslatot tett egy sor regionális szeminárium megrendezésére.

Az ülésszakon négy tudományos előadás hangzott el a számszerű előrejelzés és a környezetszennyezés témaköréből.

Tisztújításra ezúttal nem került sor, az elnök és alelnök megbízatása az 1974-ben Lisszabonba tervezett következő rendes ülésig érvényben marad.

Ambrózy P.

*

METEOROLÓGUSOK KORMÁNYKTÜNTETÉSE

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa felszabadulásunk 27. évfordulója alkalmával eredményes munkájuk elismeréseként *Rákóczi Ferencné, sz. Wágner Magdolnának, a KLFPI Éghajlati Osztálya tudományos munkatársának a Munka Érdemrend ezüst-, Kurucz Gyulának, a békéscsabai obszervatórium vezetőjének a Munka Érdemrend bronz-fokozatát adományozta.*

Rákóczi Ferencné 1958 óta kutatóként dolgozik az Éghajlati Osztályon, munkáját lelkes odaadással, hozzáértéssel végzi. Szakmai jártassága, jó kritikai érzéke munkatársai számára is hasznos segítséget jelent.

Kurucz Gyula 1961 óta vezeti a békéscsabai obszervatóriumot. A szakmai munkák végzésében fáradhatatlan, a rábízott feladatokat nagy szorgalommal, kifogástalanul és felelősséggel végzi.

A kitüntetéseket *Dési Frigyes* az OMSZ elnöke az április 4-i felszabadulási ünnepségen nyújtotta át.

Ambrózy P.

*

PROF. DR. FRANZ BAUR 85 ÉVES

Most, amikor *F. Baur* professzort 85. életének betöltése alkalmából szeretettel köszöntjük, nem ismétljük életrajzi adatait, mert születésének 70. ill. 80. évfordulóján megtettük ezt (IDŐJÁRÁS 61. évf. 1957., 364—365. old.; valamint 71. évf. 1967., 187. old.).

Inkább arról ejtünk szót, hogy *Baur* professzor — szinte igazolva annak a sok jókívánságnak a hatékonyságát, amellyel szakmai tisztelői és barátai hosszú, eredményes életet kívántak neki — életének most folyó éveiben sem csökkenő energiával kutat, publikál és agitál. Különösen örvendetes, hogy a 80 éves *Baur* professzorhoz intézett jókívánságainkba foglalt reményünk, miszerint „... a mesterséges holdak sugárzásmérései alapján a következő években *Baur* professzornak további, még pontosabb eredményeket sikerül majd levezetnie” (idézet *Berkes Z-tól*), jelentős részben valóra vált, mert 1971-ben bemutatott tanulmánya és eredményei szerint az egyhónapos érvényű előrejelzéseinek bevalási százalékát sikerült 80 fölé emelnie. Ebben a sikerben része van a legkorszerűbb eszközökkel (közöttük a műholdakkal) és módszerekkel előállított adatok elektronikus számítógépekkel történt feldolgozásának.

Rövid megemlékezésünk zárásaként őszintén kívánjuk, hogy *Franz Baur* professzor további jó egészségben tegye azt, amit eddig: emelje még magasabbra szeretett és kedves tudományukat a meteorológiát.

Kéri M.

*

SZAKÉRTŐI MUNKACSOPORT-ÉRTEKEZLET BRÜNNBEN

A havennai III. (XI.) igazgatói konferencia határozata értelmében 1972. június 5. és 9. között Brünnben munkáértékezelést tartott az RGKNIR 1/A. (*A hőmérséklet, csapadék és szél rövid távú előrejelzése szinoptikai és hidrodinamikai módszereinek kidolgozása*), valamint az RGKNIR 4. (*Repülőgépek fel- és leszállásához szükséges látástávolság-előrejelzési módszerek kidolgozása*) témakör szakértőinek csoportja. Az értekezleten a bolgár, csehszlovák, magyar, NDK, román és szovjet szolgálat képviseltette magát.

Az értekezlet meghallgatta és megvitatta az 1/A. témát koordináló magyar és a 4. témát

koordináló csehszlovák szolgálat képviselőinek összefoglaló beszámolóját az eddig végzett munkákról. Ezt követően a résztvevő szolgálatok képviselői adtak részletes áttekintést az általuk folytatott kutatások állásáról és a további tervekről. A beszámolókat számos előadás egészítette ki.

A szakértők — figyelembe véve az együttműködés során eddig szerzett tapasztalatokat — kidolgozták az egyes témákon belül koordinálásra javasolt altémák 1975-ig szóló munkatervét, és javasolták az RGKNIR-konferenciának, hogy a jövőben elsősorban a *mezo-skálájú jelenségek objektív előrejelzésének* kutatásában valóítsanak meg még szorosabb nemzetközi együttműködést.

Götz G.

*

A TUDOMÁNYOS KUTATÁSOKAT KOORDINÁLÓ MUNKACSOPORT ÜLÉSE BUDAPESTEN

A szocialista államok meteorológiai (hidrometeorológiai) szolgálataiban folyó *tudományos kutatásokat koordináló munkacsoport (RGKNIR)* V. ülése 1972. június 12-től 15-ig tartott Budapesten, az OMSZ székházában. A tanácskozáson a bolgár, csehszlovák, lengyel, magyar, mongol, NDK, román és szovjet meteorológiai (hidrometeorológiai) szolgálat képviselői vettek részt. Szolgálatunk képviselőjében *Czelnai Rudolf* igazgató volt jelen. Az ülést *Bodolai István* igazgató, a munkacsoport elnöke vezette, a titkári teendőket pedig e sorok írója látta el.

A nyitóülést követően az elnök részletesen tájékoztatta a résztvevőket a munkacsoport IV. ülése (1970. október) óta végzett tevékenységéről. Elmondta, hogy a legutóbbi igazgatói konferencia (Havanna, 1971) jóváhagyta a közös kutatásra javasolt 11 téma részletes tervét a témavezető és felelős végrehajtó országok, ill. személyek feltüntetésével. A beszámolókat követő vita során a delegátusok meglepődéssel hangoztatták, hogy több témában jelentősen javult a koordináció színvonala és eredményes együttműködés bontakozott ki. Ez különösen érvényes az agroklimatológiai, a kárpátmeteorológiai és a meteorológiai mezők statisztikai szerkezetével foglalkozó témára.

Ezután a munkacsoport megvitatta a 11 témával kapcsolatos főbb szervezeti, koordinációs kérdéseket.

A munkacsoportnak kellett a legközelebbi igazgatói konferenciára kidolgoznia a közös kutatásoknak otthont adó, ill. azokat koordináló intézmény létesítésének szükségességét. Hosszas eszmecsere után — a koordináció jelenlegi formáit és lehetőségeit, továbbá más szervezetek (pl. KGST) koordinációs tevékenységét számba véve — a munkacsoport arra a véleményre jutott, hogy a jelenlegi koordinációs

rendszer — figyelembe véve az alábbi vázolandó koordinációs elvek érvényesítését — , ki-elégítő koordinációs központ létrehozásának feltételei pedig jelenleg nincsenek is meg.

Korábban készült tervezetek és irányelvek alapján a munkacsoport kidolgozta a kutatómunka koordinációjának alapelveit. Ez elsősorban a koordinációra javasolt témák kiválasztására, a munka-program kidolgozására, a témavezetésre, ill. közreműködésre, a koordinálást végző munkacsoport (RGKNIR) feladataira, a kutatások finanszírozására, beszámoló készítésére és egyéb szervezeti kérdések megoldására vonatkozik.

E két igen fontos napirendi pont megtárgyalása után a munkacsoport elköszítette az egyes kutatási témák területén javasolt munkaerterkezetek jegyzékét. Ezekkel az összefüggésekkel kapcsolatban a munkacsoport megállapította, hogy igen nagy segítséget nyújtanak a koordinációban és a közös, nemzetközi munkamegosztáson alapuló kutatások továbbvitelében.

A záróülésem az elnök és valamennyi delegáció egyöntetűen eredményesnek és hasznosnak minősítette az RGKNIR V. ülését, melynek ajánlásai a legközelebbi igazgatói konferencia elé kerülnek.

Ambrózy P.

*

ALACSONYSZINTŰ JET-ÉK ÉS VERTIKÁLIS SZÉLNÝÍRÁS A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

Bodolainé Jakus Emma, a Központi Előreljelző Intézet tudományos főmunkatársa 1972. június 8-án Ferihegyen a MALÉV kultúrteremében, a Magyar Meteorológiai Társaság Repülésmeteorológiai Szakosztálya keretében tartott előadóülésen számolt be a Kárpát-medence légterében előforduló alacsonyszintű jet-ekről és a vertikális szélnýírásról. Ismertette a budapesti és szegedi rádiószonda-mérések elemzése során felismert jelenséget, amely a surlódási réteg alsó szintjében a repülésbiztonságát veszélyezteti. Kimutatta, hogy a budapesti mérések szerint átlagban 4—500 méterem, Szegeden 3—400 méterem található a jet-zóna magassága, majd saját vizsgálatai eredményeként bemutatta a szélmaximum napi menetét, a vertikális és szögnyírások gyakorisági értékeit, valamint e paraméterek figyelembe vehető maximumait is. Kapcsolatot talált a jet-zóna és a talajközeli szélmező értékei között. Végül fizikai magyarázatot adott az alacsony jet-ek létrejöttére és összefüggést keresett a párhuzamosan jelentkező időjárási helyzetekkel, ezzel az alacsony jet-ek prognosztizálhatóságát is érintette. Az előadást követő vita résztvevői a bemutatott jelenség repülésmeteorológiai jelentőségét hangsúlyozták. *Bodolai István*

rámutatott arra, hogy a szélerősödés maximuma a nagygépekre az egyébként is kritikus le- és felszállási szakaszban hat, a kisgépek (növényvédelem, mentők stb.) pedig rendszeresen e zónában tevékenykednek, éppen ezért az alacsony szintű szélmaximum részletes megismerése és előrejelezhetősége tehát igen fontos. *Tóth Pál* a mérések nehézségeire, *Lépp Ildikó* pedig a repülőgépvezetők útján beszerezhető meteorológiai információk szükségességére és fontosságára mutatott rá. *Stoklász Sándor*, a MALEV főosztályvezetője örömmel üdvözölte a repülési szakembereket nagyon is közelről érintő, újonnan feltárt meteorológiai jelenség bemutatását, amely több, eddig nem tisztázott repülési eseményre adhat magyarázatot. Az élénk érdeklődéssel kísért előadás az elnöklő *Ozorai Zoltán* zárszavával ért véget.

Simon A.

*

ŰRKUTATÁSI ÜLÉSEK BUDAPESTEN ÉS BUKARESTBEN

Az európai szocialista államok *kozmosz meteorológiai együttműködésének* 1-, 2-, és 7-es témában az 1970–72-ben elért tudományos eredményekről 1972. május 4. és 6. között Budapesten szimpóziumot tartottak, majd ezt követően az 1-, 2-, 7- és 8-as témák tudományos vezetőinek és felelős végrehajtóinak ez évi ülésére ugyancsak Budapesten került sor május 8. és 12. között.

A szimpóziumon előadást hallottunk a műholdas információk matematikai modellezéséről, többen foglalkoztak a felhőzet mezejének mezométerű sajátosságaival (cellás konvekció, felhőutak, orografikus hatások), a nagyméretű felhőrendszerekre vonatkozó kutatásokkal, amelyek elsősorban a földközi-tengeri ciklonok felhőzeti viszonyaira irányultak. Előadás hangzott el a sugárzási hőáram szerepéről a nyomási mező alakulásában, a föld–légkör-rendszer sugárzási egyenlegének számításáról és a mérések hibájáról. Megismerhettük a nyomási mező meghatározásának azt a módszerét, amelyet az adatszegény területeken a meteorológiai műholdakról nyert adatok alapján dolgoztak ki. Módszert mutattak be a műholdas adatok felhasználására az időjárás analízisének és prognózisának munkájában, fölvetették a műhold-meteorológia távlati kérdéseit is. Igen hasznosak voltak az előadásokat követő véleménycserék, amelyek újabb ötletekkel szolgáltak a munkák továbbviteléhez.

A szimpózium résztvevői számára *Dési Frigyes*, az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke adott fogadást.

A tudományos vezetők és felelős végrehajtók ülésén bolgár, cseh, lengyel, magyar, német, román és szovjet küldöttek vettek részt.

A delegációk beszámoltak az együttműkö-

dés keretében 1971 folyamán végzett munkákról. Az értekezlet meglepéssel vette tudomásul, hogy „*A felhőzet mezeje mezométerű sajátosságainak felhasználása az időjárás analízisében*” című kézikönyvet, amelynek megírásában magyar, német, román és szovjet szakemberek működtek közre, s amelyek ez év áprilisában Budapesten tartották utolsó munkaértekezletét —, lényegében elkészült és hamarosan nyomdába kerül. A szovjet delegáció javaslatot tett egy újabb közös kézikönyv kidolgozására a földközi tengeri ciklonok keletkezését és fejlődését kísérő felhőzeti viszonyokkal kapcsolatban.

Megállapították, hogy az értekezletet megelőző szimpóziumon elhangzott előadások magas tudományos színvonalúak, és többségük a gyakorlati munkában is használható eredményt mutatott be. Hasonló jellegű szimpóziumok tartását a jövőben is kívánatosnak ítélték meg. Ugyanakkor az együttműködés fejlesztésének új formájaként a témaértekezlet helyett az egyes témák, esetleg altémák szerint szervezett munkaszemináriumok rendezését jelölték meg.

Jóváhagyták az együttműködés 1972–73. évi programját. Említésre méltó változás a 7. témával kapcsolatban történt, amelynek címe a jövőben: „*Meteorológiai mezők meghatározási módszereinek kidolgozása és tökéletese a meteorológiai műholdak adatai alapján.*” A téma három altémára tagolódik:

7,1. A légkör spektrális szondázási adatainak alkalmazása a négydimenziós számszerű analízisben.

7,2. Meteorológiai mezők osztályozása alakfelismerő módszerekkel és a kapott eredmények felhasználása a meteorológiai mezők analízisében.

7,3. A geopotenciálmező meghatározása a felhőzetre és a hőmérsékletre vonatkozó adatok együttes felhasználásával.

A témaértekezlet foglalkozott a műholdas információk vételére alakult szekciónak az előterjesztésével, amely a nagy felbontóképességű TV-képek vételével foglalkozik. Hangsúlyozták a kutatók fontosságát, bár az jelenleg még túlságosan nehéz feladatnak tűnik. Összeállították az együttműködés keretében 1973-ban sorra kerülő rendezvények, konzultációk és tanulmányutak tervét.

A hivatalos program befejeztével a résztvevők kirándultak a gemenci vadrezervátumba.

A „*Mesterséges holdak felhőképeinek vételére szolgáló egységes vevőberendezés*” szekciója 1972. május 4. és 6. között szintén Budapesten tartotta 5. ülését. A konferencián a vendéglátókkal együtt négy szocialista ország képviselőiben 9 szakember vett részt.

A delegátusok részletesen beszámoltak az egyes országokban e témakörben elért eredményekről. Élénk érdeklődés kísérte az NDK delegátusának az általuk kifejlesztett fotoregisztáló próbäuzemeltetésének eredményeiről szóló

ismertetését. Jelentős előrehaladást jelent a földi vevőberendezések fejlesztése terén a magyar szolgálat által készített lyukszalag-programozású, távvezérelt automata berendezés, amelyet a résztvevők üzemelés közben az értekezlet színhelyén megtekintettek.

A delegátusok tájékoztatták egymást arról, hogy országaikban milyen lehetőségek vannak a közeljövőben felbocsátásra kerülő szovjet és amerikai nagyfelbontású mesterséges holdak képeinek vételére. Megállapodtak abban, hogy az ezzel kapcsolatos problémák részletes ismertetésére a szekció következő ülésén kitérnek.

Az ülés résztvevői összefoglalták a vevőberendezésekkel kapcsolatban eddig elért eredményeket és ajánlást fogadtak el a következő ülésen megvitatásra kerülő legfontosabb kérdésekre vonatkozóan.

A kozmikus meteorológiai állandó munkacsoport V. ülése 1972. május 31-től június 5-ig tartott Bukarestben bolgár, csehszlovák, lengyel, magyar, mongol, német, román és szovjet résztvevőkkel. A magyar delegáció vezetője *Dési Frigyes* az OMSZ elnöke volt, tagjai *Ambrózy Pál* főosztályvezető és *Tánczer Tibor* tud. csoportvezető.

Az ülészak *A. Doneaud* igazgatóhelyettes elnökletével zajlott le. A delegátusok részletesen megvittatták az 1., 2., 7. és 8. téma budapesti értekezletének ajánlásait, az egyes témák programjait. Köszönettel fogadták *E. Peters* bejelentését, hogy az NDK meteorológiai szolgálata számítógépét a résztvevő országok kutatóinak rendelkezésére bocsátja.

A 3., 4., 5. és 6. téma vezetőinek kijevi értekezletéről folyóiratunk előző számában már beszámoltunk. Most az ülés az ott elhangzott javaslatok alapján a 3. témában szakértői csoportot hozott létre a magasléggöri mérések anyagának automatikus feldolgozási és megőrzési rendszerének kidolgozására. A delegátusok örömmel fogadták azt a bejelentést, hogy a Szovjetunió rendszeresen közreadja a rakéta-szondázások adatait. Kívánatos a rakétaállomások számának növelése, kis súlyú rakéta-rendszer közös kidolgozása.

Az ülés meghallgatta és megvittatta *E. Peters* beszámolóját a földi vevőberendezés kidolgozásával megbízott szekció budapesti üléséről, majd kijelölte a szekció további feladatait (műholdképek vétele hajón, nagy felbontóképességű vétel, automatikus helyzetazonosítás, stb.).

A közös kutatómunka hatékonyságának növelése érdekében a munkacsoport elhatározta, hogy ezután témánként külön-külön tartanak munkaértekezletet, és ahol szükséges, a munkák összehangolására és vezetésére koordinátort jelölnek ki.

Az ülészak a Duna-deltában tett tanulmányi kirándulással zárult.

Ambrózy P. — Galló V. — Tánczer T.

A SZÁMSZERŰ IDŐJÁRÁS-ELŐREJELZÉS ÖTVEN ÉVE

1922-ben jelent meg *Lewis F. Richardson* „Weather Prediction by Numerical Process” című könyve, amelyben a neves angol természettudós elsőként kísérlete meg az időjárás előrejelzésének feladatát matematikai úton megoldani. Az évforduló alkalmából a Magyar Meteorológiai Társaság 1972. március 9-én emlékülést rendezett.

Az ülés első előadója, *Ambrózy Pál* főosztályvezető a történelmi időjárás-előrejelzési kísérlet végrehajtójának munkásságát tekintette át. Szavai nyomán egy rendkívül sokoldalú gondolkodó életútját ismerhettük meg. *Richardson* fő érdeklődési területe a matematika és fizika volt, de foglalkozott kémiával, botanikával, zoológiával is. A húszas évek végén, amikor tudomására jutott, hogy kutatási eredményeit hadi célokra is felhasználják, meggyőződéses kvéker lévén, hátat fordított a meteorológiának, s a háború pszichológiai vonatkozásait igyekezett feltárni. Csak 1948-ban támadt fel benne újra a lelkesedés a légkör fizikájára iránt; 1953-ban bekövetkezett haláláig még írt néhány turbulenciával foglalkozó dolgozatot.

Híres könyve az első világháború nehéz időszakát is magában foglaló tízéves kitartó munka eredményeként született meg. *Richardson* 1916-ban saját kérésére, beosztották egy ambuláns csoportba, amelyet a francia hadsereg sebesültjeinek szállítására adott kölcsön az angol kormány. Számításait azonban a mostoha tábori körülmények közepette is folytatta. 1917 áprilisában Champagne ostrománál a munkapapírokat a háterszágba küldték, ahol csak hónapok múltán kerültek elő egy szénrakás alól. Végül is 1922-ben vált lehetővé, hogy a könyv a Meteorological Office anyagi támogatásával napvilágot lásson.

Richardson elképzeléseinek gyakorlati megvalósulását csak az elektronikus számítógépek elterjedése tette lehetővé, s az ötvenes évektől kezdődően a numerikus prognosztika rohamos fejlődésnek indult. Az angol meteorológusok, a hagyományokhoz híven, jelentős mértékben járultak hozzá a számszerű előrejelzési módszerek tökéletesítéséhez, s legújabbban egy korszerű tízszintes modell részletein dolgoznak *F. H. Bushby* vezetésével. Ezekről a munkálatakról *Ozora Zoltán* tudományos tanácsadó tájékoztatta az emlékülés résztvevőit. Hangsúlyozta, hogy ennél a rendkívül finom, 30 km-es ortogonális ráctávolságot és 90 sec-os időlépcsőt alkalmazó modellnél a kutatók milyen nagy gondot fordítanak a kiindulási adatok előkészítésére, a mezők időlépcsőnkénti simítására. A modellben tekintetbe veszik a földfelszín tagoltságát, a talajsűrűlödést, a horizontális diffúziót, a vízgőz fázisátmeneti folyamatait, a konvekciós folyamatokat, valamint a földfelszín és a légkör közötti hőcserét.

A modelltől a kutatók az időjárás helyzet előrejelzésén túlmenően elsősorban a csapadék-eloszlás minden eddiginél pontosabb prognosztizálását remélik.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat saját elektronikus számítógépe a hazai numerikus előrejelzési kísérletek előtt is új perspektívákat tárt fel. Az eddig elvégzett és most folyamatban levő munkákat, valamint a jövőbeli terveket *Tilkos Ervin* tudományos tanácsadó vizsgálta fel. A célt, egy komplex, automatizált telekommunikációs—diagnosztikai—prognosztikai rendszer kiépítése jelenti. A hallgatóság megtekinthette az EMG-830-as számítógépen készült első objektív analíziseket és topográfia-előrejelzéseket, amelyek a közeljövőben már rendszeresen állnak majd az operatív szolgálat rendelkezésére.

Gözl G.

*

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG ÉVVÉGI ZÁRÓÜLÉSE

A Magyar Meteorológiai Társaság 1972. február 24-én délután tartotta szokásos évvégi záróülését. *Zách Alfréd* társelnök megnyitójában megemlékezett arról a nemzetközi összefogásról, amely 100 évvel ezelőtt az időjárás előrejelzését tűzte ki célul. Következő fontos állomásként a sztratoszféra meghódítását említette meg, amely 50 évvel ezelőtt kezdődött. Végül hangsúlyozta, hogy napjainkban a Meteorológiai Világhálózat kialakítása ismét világméretű nemzetközi összefogást igényel, hasonlóképpen az ember környezetének megóvása is, amely a meteorológusokra is jelentős feladatokat ró.

Ezt követően *Czelnai Rudolf* a Központi Meteorológiai Intézet igazgatója „Az OMSZ Számítóközpontjának célprogramrendszere” címen tartott — nagy érdeklődéssel várt — előadást. A szépszámú hallgatóság előtt vázolta a számítóközpont kialakításának főbb fázisait, a számítógép teljesítőképességét, majd a meteorológiai adatfeldolgozás és kutatás azon területeit tekintette át, amelyek már bekapcsolódtak a számítógép programba, illetve azokat, amelyek a közeljövőben hasznosítják majd munkájuk során a számítógép nyújtotta előnyöket. A már elkészített és ellenőrzött programokat megismerve a hallgatóság reális képet kapott a számítóközpont jelenlegi munkájáról és azokról a tervekről, amelyek a számítógép kapacitásának teljes kihasználását célozzák.

Az előadás után *Predmerszky Tibor* igazgatóhelyettes tett fel kérdéseket a nemzetközi együttműködés és a hazai számítóközpontok kialakításának alapelveivel kapcsolatban. Az előadó válaszában hangsúlyozta, hogy a saját

számítógép azzal az előnnyel járt, hogy meteorológus szakemberek és technikusok egy csoportja behatóan megismerte a programozás és a számítástechnika problémáit.

A záróülés második részében *Szakály József* főtítkárszámolt be az 1971-ben végzett társasági munkáról. Elsőként a kassai vándorgyűlésről emlékezett meg, amely a társaság életében az első olyan megmozdulás volt, amelyet külföldi társegyesülettel együtt rendezett. Ezután a Levegőkémiai szeminárium eredményeit foglalta össze, megállapítva, hogy a hazai előadók bebizonyították azt, hogy a levegőkémiai kutatás területén Magyarországon nemzetközi szakkörök által is elismert, igen eredményes tevékenység folyik.

A továbbiakban a társasági és a szakosztályok előadóiüléseire tért rá, megállapítva azt, hogy azok a munkatervnek megfelelően kerültek megrendezésre, és hasznosak voltak a meteorológiai kutatás újabb eredményeinek és a külföldi tanulmányutak tapasztalatainak átadásában.

Kegyelettel emlékezett meg *Berényi Dénes*, *Téli Sándor*, *Hollósi Béla*, *Jancsovics Pál* tagtársakról, akik az elmúlt évben távoztak az élők sorából, méltatva azok szakmai és társasági tevékenységét. Az ülés részvevői egy perces néma felállással adóztak az elhunyt tagtársak emlékének.

Ezután a főtítkárszámolt be az a társaság választott szerveinek és bizottságainak munkáját ismertette. Külön kitért a TIT Központi Választmánya vezetőivel folytatott megbeszélésre és az azt követő tevékenységre, amely — a közgyűlés határozatának megfelelően — a meteorológiai ismeretek népszerűsítését hivatottak előmozdítani.

Az elmúlt évben nemzetközi konferenciákon *Felméri László* és *Rákóczi Ferenc* vettek részt, valamint a kassai vándorgyűlésre meghívtak és a társaság öttagú delegációja.

Befejezésül az 1972. évi munkaterv ismertetésére került sor.

A Gazdasági Bizottság jelentését *Gaál Elek* terjesztette elő, megállapítva, hogy az elmúlt évben a pénzgazdálkodás tervszerűen folyt. Javasolta, hogy a felmentést, a pénzügyi év végleges lezárása után, a soronkövetkező választmányi ülés adja meg.

A társaság szakirodalmi nívódíját az „Európai Klímaatlasz I. kötetének” szerzői — *Kakas József*, *Kéri Menyhért* és *Péczely György* — nyerték el 50—25—25%-os megosztásban.

Az elmúlt év során kiemelkedően eredményes társasági munka elismeréseképpen a társaság elnöksége *Mészáros Ernő* igazgatóhelyettes, *Simon Antal* titkárs, *Mészáros Ernőné* tud. munkatárs, *Koppány György* szerkesztő, *Kiss Lajosné* és *Weingartner Ferencné* társasági összekötő tagtársakat jutalomban részesítette.

Az évvégi záróülés a társelnök zárszavával fejeződött be.

Ambrózy P.

TÁVPROGNOSZTIKAI SZIMPOZIUM ÉS TÉMAÉRTEKEZLET MOSZKVÁBAN

A szocialista államok meteorológiai szolgálataiban folyó tudományos kutatások egyik közös, koordinált témája (RGKNIR 1/B. témakör) a „hőmérséklet, csapadék és a szél hosszú lejáratú előrejelzésének fizikai-statisztikai módszerei” c. kutatási feladat. Koordinálását a Szovjetunió meteorológiai szolgálata végzi. E tárgyban 1972. június 12. és 16. között témaértekezletet és szimpóziumot rendeztek Moszkvában. A tudományos ülésen a vendéglátó ország szakértőin kívül Bulgária, Lengyelország, Magyarország, az NDK és Románia meteorológiai szolgálatai képviseltették magukat.

A küldöttek beszámoltak az elmúlt évben végzett tudományos kutatómunkájuk eredményeiről. Megállapították, hogy a távprognosztikában igen sokféle és egymástól látszólag független módszert alkalmaznak. Ezért célszerű lenne az alkalmazott módszerek rendszerbe foglalása, illetve egy kiadványban összefoglalása, illetve egy kiadványban összefoglalása, hogy lehetővé váljék a különböző módszerek összehasonlítása, esetleg bizonyos mértékű összevonása vagy egységesítése. Különösen jelentős lenne a különböző eljárással készített távelőrejelzések egységes alapon történő verifikálása, mert így lehetővé válna a módszerek osztályozása és a legjobbak kiválogatása.

A témaértekezleten összeállították a következő 2—3 év kutatási programját azzal a fenn tartással, hogy a terveket, ha ez szükségesnek látszik, évenként felülvizsgálják, esetleg módosítják. Javaslatot tettek továbbá a legközelebbi témaértekezlet időpontjára és helyére vonatkozóan.

A magyar meteorológiai szolgálat részéről *Koppány György* tudományos osztályvezető vett részt az ülésen. A vendéglátók két kirándulást is szerveztek, amelyek során a résztvevők meglátogatták Archangelszket és Zagszskot.

Koppány Gy.

*

A LÉGKÖRI RADIOAKTIVITÁS KUTATÁSA OLASZORSZÁGBAN

Az olasz—magyar kulturális csereprogram keretében e sorok írója 1972. februártól három hónapon keresztül Rómában tartózkodott a Nemzeti Kutatási Tanács (CNR) hatáskörébe tartozó Légkörfizikai Intézetben. A tanulmányút témája a légköri részecskék fizikai és kémiai vizsgálata volt. Lehetőség nyílt a mesterséges légköri radioaktivitás talajmenti, valamint vertikális eloszlásának meghatározására szolgáló berendezések és módszerek megismerésére, valamint egyes markáns jelenségek (kínai atomrobbantás) komplex követési mód-

szerének tanulmányozására. Az intézet kutatói automatikus mérőberendezést dolgoztak ki a talajközeli természetes radioaktivitás vizsgálatára. A légköri részecskék elektromos tulajdonságai közül az ún. kis-ionok regisztrálását végzik intenzíven. Kidalgoztak egy közvetlenül lyukszalagra regisztráló szféríksz-berendezést is. A harmadik generációs elektronika felhasználásával közvetlenül számítógépes kontaktust építettek ki, és a célmérések végeredményeit már minden közbeeső manipuláció nélkül tudják előállítani. A műszerfejlesztés a rendelkezésre álló IBM 1130-as számítógéphez adaptált szervező és feldolgozó programok elkészítésére is kiterjed.

A felsorolt módszerek tanulmányozásán kívül alkalom nyílt a IFA egyik speciális kutatási programjában is részt venni. Az intézet VI. szekciója „a kód fizikája” témával tűzte ki kutatási feladatát. A vizsgálat fontosságát a repülőterek téli ködösödése és általában a közeledés (hajózás, közutak) indokolja. A program I. fázisa egy 60 m³-es felhőkamra felszerelését írja elő a technikai és technológiai paraméterek ellenőrzésére szolgáló műszerpark kiépítésével együtt. A bekapcsolódás e programba a kondenzációs magok méréseire szolgáló, kis túltelítettséggel dolgozó kémiai diffúziós kamra-sorozat tervezése volt, amely kamra-sorozattal a ködkamrában a keletkező részecskék nagyságeloszlását lehet meghatározni. E munkáról az olasz szakemberekkel közös publikáció is készül.

Simon A.

*

AZ MMT ELŐADÓÜLÉSE

keretében 1972. április 20-án *Tóth Erzsébet* tudományos csoportvezető beszámolt a Fertő tavi hő- és vízháztartás vizsgálatokról, amelyeket az Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság és az Országos Meteorológiai Szolgálat Agrometeorológiai Kutatóosztálya 1969-ben indított meg. Bár a tónak csupán egyötöde tartozik Magyarországhoz, éghajlati adottságainak feltárása elősegítheti egy üdülőtelep kifejlesztését a nyugati országrész számára és hozzájárulhat a nádgazdálkodás körülményeinek javításához is.

Az előadó bemutatta a tó magyar részére jellemző nádasövezeten kívül és az aránylag kis kiterjedésű nyílt vízfelszín fölött létesített megfigyelőhelyeket, ismertette a megfigyelések, mérések programját, amely kiterjedt a vízfelszín energiaháztartásának meghatározása szempontjából lényeges valamennyi hidrometeorológiai elemre. Így a normál klímaállomásokon végzett rendszeres megfigyeléseken kívül regisztráltatták a beérkező napsugárzást, a vízfelszín és a nádállomány albedóját, a vízhőmérsékletet és a szélsébséget több szinten. A kiterjedt adatgyűjtés eredményeként

lehetőség nyílt arra, egyrészt, hogy a hő- és vízháztartás egyik legfontosabb komponensét, a párolgást meghatározzák különböző módszerek segítségével, másrészt, hogy kidolgozzanak a vízfelszín és a nádállomány párolgásának számítására egy alkalmas módszert. Az eddigi vizsgálatok eredményeként bemutatásra kerültek a tavi és a parti mérőhelyen levő „A” típusú párolgásmérő kérdéssel, valamint a meteorológiai szakirodalomból ismert néhány módszer és a Fertő tóra kidolgozott (a léghőmérsékleten, a levegő telítési hiányán és a szélsebességen alapuló) eljárás segítségével számított párolgás értékei.

Ugyanezen az előadói ülésen ismertette *Kozma Ferenc* tudományos főmunkatárs KKI (Kulturális Kapcsolatok Intézete) ösztöndíjas tanulmányútját, amelynek során két hónapot töltött az Osztrák Meteorológiai Intézetnél, és így lehetősége nyílt arra, hogy megismerje a Fertő tó osztrák részén végzett hőháztartás-kutatásokat. Bemutatta a vízfelszín fölött, a tóparton és a nádállományban levő megfigyelőhelyeket, a mérési programot és az osztrák kutatók által kidolgozott párolgászámítási módszert.

A beszámolókat jól sikertült színes diaképek tették változatossá.

Endrődi G.

*

A DUNABIZOTTSÁG ÜLÉSE

A Dunabizottság XXX. ülését 1972. április 11. és 22. között tartotta Budapesten. Az ülésen a Meteorológiai Világszervezet is képviseltette magát *Péczely György*, a magyar meteorológiai szolgálat Központi Meteorológiai Intézetének igazgatóhelyettese személyében.

Az ülésszak napirendjén szereplő hidrometeorológiai kérdések tárgyalására a bolgár *N. Mladenov* elnökletével munkacsoport alakult, amely nagyrészt az alacsony vízszintek hosszútávú előrejelzésének problémájával foglalkozott. A hosszú távú hidrometeorológiai prognózisokkal kapcsolatban kiemelték a fizikai-szinoptikai módszerek alkalmazásának fontosságát, s megvitatták a meteorológiai mesterséges holdak nyújtotta információk felhasználásának lehetőségeit. Szükségesnek minősítették a munkacsoport azt is, hogy a Dunabizottság a kis vízszintek előrejelzési problémáinak megoldása mellett szorgalmazza a tavaszi hóolvadás okozta magas vízállások hosszútávú előrejelzési módszereinek megvizsgálását is.

A Dunabizottság új igazgatójává, a következő 6 évre, a MAHART eddigi vezérigazgató-helyettesét, *Fekete Györgyöt* választották, a hidrometeorológiai kérdések referense pedig az újjá választott apparátusban *M. Afanaszjev*, a Szovjetunió hidrometeorológiai szolgálatának tudományos főmunkatársa lett.

Péczely Gy.

AZ MMT AGROMETEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLYÁNAK ELŐADÓI ÜLÉSE

A Magyar Meteorológiai Társaság Agrometeorológiai Szakosztálya 1972. május 4-én tartott ez évi harmadik előadói ülésén „*Az agrometeorológia mezőgazdasági ökonómiai vonatkozásai*” címmel *Szász Gábor*, a Debreceni Agrártudományi Egyetem docense számolt be a témakörben elért kutatási eredményeiről.

Bevezetőjében hangsúlyozta, hogy a gazdaságosság agrometeorológiai vonatkozásaival hazánkban csak elvétve foglalkoznak, ezért a tervezett agrometeorológiai kézikönyvben — egy önálló fejezet keretében — össze kell foglalni az eddigi eredményeket, tapasztalatokat és a gyakorlati igények ismeretében fel kell vázolni az előrehaladás útját e területen is. *Szász Gábor* e szakülésen a kézikönyv általa megírandó „ökonómiai” fejezet nyilvános megvitatását tűzte ki célul. Az ökonómia fogalmát meghatározva áttekintette az agrometeorológia gazdaságossági vonatkozásainak fő területeit. Külön kiemelte a növényfejlődési szakaszokra történő éghajlati adatfeldolgozás fontosságát, amely alapja az időjárás—növényfejlődés—termésmennyiség és termésmínőség kapcsolatok meghatározásának. Részletesen elemezte a „klímapotenciál” fogalmát és ennek értékét, majd példákkal is bizonyította, hogy a területfejlesztés, s ezen belül a mezőgazdasági üzemek struktúrája (makro-, mezo- és mikro-struktúra) az éghajlat függvénye. Ide kapcsolta a műtrágya hasznosulásának meteorológiai problémáit is. Ezután a „biológiai” és a „termesztési optimum” értékek agrometeorológiai és ökonómiai jelentőségét taglalta. Befejezésül hangsúlyozta azt, hogy a mezőgazdasági irányítás segítése, az agrometeorológiai információk biztosítása a döntésekhez, s végül a műszaki fejlesztés agrometeorológiai problémáinak megoldása kiemelkedően fontos feladat az elkövetkező években.

Az előadást követően élénk vita alakult ki, amelynek során *Bacsó Nándor*, *Dobosi Zoltán*, *Erdős László*, *Jeney Csaba*, *Szakály József* és *Szuróczy Zoltán* fejtegette ki véleményét az elhangzottakkal kapcsolatban, illetve tettek javaslatokat az ökonómiai fejezet összeállítására vonatkozóan.

Szakály J.

*

REPÜLSMETEOROLÓGIAI TANULMÁNYÚT A NÉMET DEMOKRATIKUS KÖZTÁRSASÁGBAN

A TESCO szervezésében *Szöke Istvánné* és *Torma Júlia*, a Repülésmeteorológiai Osztály tudományos munkatársai, repülésmeteorológiai tanulmányúton vettek részt a Német Demokratikus Köztársaságban, 1971. december 5-től december 13-ig. Céljuk a Budapest—

Berlin légiútvonal berepülésének és az NDK Repülésmeteorológiai Szolgálatának munkájának tanulmányozása volt.

Tapasztalatcserét folytattak az NDK Repülésmeteorológiai Szolgálatának a Berlin—Schönefeld-i repülőtéren dolgozó munkatársaival. A résztvevők megismerkedtek az NDK-ban alkalmazott objektív előrejelzési módszerekkel (alacsony felhőalap, zivatar előrejelzés), az időjárás radar-hálózattal, a radarmegfigyelések adatainak továbbításával és feldolgozásával. Tanulmányozták a repülőter meteorológiai műszereit és tájékoztatták a repülőter meteorológiai műszerezettségének fejlesztési terveiről (új látástávolság mérők, 60 m magas torony a repülések végrehajtásában fontos szerepet játszó legelső légrétegek szélviszonyainak automatikus méréséhez). Megnézték a repülésmeteorológusok adatforrásának, a repülőteri hírközpontnak a munkáját is. A német repülési meteorológusokkal tartott megbeszélések során kicserélték tapasztalataikat közös problémáikról (debriefing, AIREP alkalmazása, trendtype landing forecast).

Torma J.

*

AZ IDŐJÁRÁSI ELEMEL KAPCSOLATA FÖLDMÁGNESES HÁBORGÁSSAL

A Magyar Meteorológiai Társaság 1972. május 11-i ülésén *Németh Tivadar*, a Központi Előrejelző Intézet tud. főmunkatársa tartott előadást az időjárás alakításának kozmikus tényezőire irányuló vizsgálatainak eredményeiről. Ezzel a kérdéssel — mint ismertette — külföldön is több kutató foglalkozik (*Baur*, *Wörner* és mások), de vizsgálataik csak a naptevékenységnek a relatív foltszám menetében megnyilvánuló változására és annak időjárás elemekkel korrelatív kapcsolatára szorítkoztak. Nálunk *Berkes Zoltán* ezt a stochasztikus vizsgálati irányt a kauzalitás felé tágitotta, amikor a relatív foltszám változása mellett a földmágneses tér ingadozását is tekintetbe vette. *Németh Tivadar* a földmágneses háborgásokat a naptevékenység elsőrendű indikátorának tekinti. Vizsgálatainak mai állása szerint a naptevékenység két mozzanata hat elsősorban időjárás-alakító tényezőként: 1. az ultraibolya sugárzás megerősödése, 2. a korpuszkuláris sugárzás megerősödése. A mágneses karakterszámok révén — melyek a tihanyi magnetometrikus regisztrátumok alapján rendelkezésre állnak — megítélhető, hogy az adott háborgást melyik sugárfajta idézte elő.

A sugárforrás általában napfolt. Ennek a Napon, hozzánk viszonyítva történő elhelyezkedésétől, virulenciájától nagymértékben függ, hogy az ibolyántúli, vagy a korpuszkuláris sugárzás a Föld felé irányul-e vagy sem. A folt hatékonyságának heliográfikus függősége magyarázatot ad a korábbi vizsgálatok gyenge

eredményeire, mert a relatív foltszámban a Föld számára inaktív foltok is szerepeltek. A hatásmechanizmus tüzetesebb vizsgálata arra az eredményre vezetett, hogy a prognosztikai alkalmazás szempontjából a mágneses háborgás kezdetének időpontja elhanyagolhatatlan tényező. A hosszabb időre vonatkozó előrejelzés kérdésének megoldása a fentiek szerint a naptevékenység prognosztizálásának problémájához vezet. Az előadó vizsgálatai ezen a téren is sikeresek, ezek ismertetése azonban túlnő előadásának keretén. A nagy érdeklődéssel kísért beszámolóit követő vitában *Budai László*, *Berkes Zoltán* és *Tardos Béla* fejtették ki nézeteiket.

Tardos B.

*

MŰSZEREK ÉS MÉRŐMÓDSZEREK EGYSÉGESÍTÉSE

A műszereket és mérőmódszereket egységesítő munkacsoport (RGUMIP) 1972. május 15. és 20. között Szófiában tartotta 5. ülését, amelyen a rendező Bulgária, valamint Csehszlovákia, Magyarország, a Német Dem. Köztársaság, Románia és a Szovjetunió meteorológiai szolgálatának küldöttei vettek részt. A magyar szolgálatot *Csomor Mihály* tud. főosztályvezető képviselte az ülészakon, melynek elnöki tisztét *Babarikín* (Szovjetunió) látta el.

Az ülészakon az automatizálásról elhangzott több referátum alapján megállapítható volt, hogy valamennyi országban — a helyi sajátosságok és igények figyelembevételével — az észleléseket és az adatok továbbítását, illetve feldolgozását automatizálják, vagy legalábbis automatizálásukra folytatnak kísérleteket. A kérdés fontos voltára tekintettel az ülészak a már eddig is fölmerült problémák megvitatására külön szimpózium összehívását javasolja a legközelebbi igazgatói konferencián.

Az ülészak másik fő témája a különféle meteorológiai műszerek összehasonlítása volt. A magyar meteorológiai szolgálatot is érintő kérdés a *csapadékmérők* nemzetközi összehasonlítása, minthogy szolgálatunk vállalta az angol IRPG-, a szovjet Tretyakov- és a magyar kettősfalú-csapadékmérők közötti összehasonlítást. A munkacsoport a korábban alkalmazott kiértékelési módszert és formulát ui. nem találta megfelelőnek, ezért most csapadék-szakértői csoport létrehozását javasolja ugyancsak a legközelebbi igazgatói konferenciának, viszont jóváhagyta a zúzmaramérők nemzetközi összehasonlításáról tartott magyar beszámolót. Tájékoztató hangzott el az ülészakon az NDK-ban végzett német és szovjet gyártmányú nedvesség-érzékelőfélék, valamint a villámszámláló összehasonlításának állásáról. Ez utóbbi során technikai akadályok merültek föl, ennél fogva — az ülészak véleménye szerint — összehasonlításuk még további vizsgálatokat igényel.

Csomor M.

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA
A szerkesztésért felel: dr. Dési Frigyes, az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9–11. Telefon: 221-235
Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató
Index: 26.361



72.2502 Athenaeum Nyomda, Budapest – íves magasnyomás
Felelős vezető: Soproni Béla vezérigazgató

**SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST, II., KITAIBEL PÁL UTCA 1.
TELEFON: 353-500**

**ELŐFIZETÉS: EGY ÉVRE 48 FT
A METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG TAGJAINAK 24 FT
(BEFIZETÉS A 232-90 171-2494 TAGDIJBEFIZETÉSI SZÁMLÁN)**

**MEGRENDELHETŐ: AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT
PÉNZÜGYI OSZTÁLYÁN
BUDAPEST, II., KITAIBEL PÁL UTCA 1.**

MEGJELENIK KÉTHAVONKÉNT EGYES SZÁM ÁRA 8 FT