

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), HRIMOV, SZ. P. (Moszkva), JAHO, S. (Tirana), KONČEK, M. (Bratislava), KOZÁK B. (Budapest), KRASZTANOV, L. (Szófia), LOGVINOV, K. (Kijev), MÄDE, A. (Halle/Saale), VAN MIEGHEM, J. (Bruxelles), NGUYEN-XIEN (Hanoi), OKOLOWICZ, W. (Warszawa), PASZYNSKI, J. (Warszawa), PÉCZELY GY. (Szeged), RÁKÓCZI F. (Budapest), STEINHAUSER, F. (Wien), STELCZER K. (Budapest), SZEPESI D. (Budapest), TAKEUCHI, K. (Tokyo), TUVDENDORZS, D. (Ulan-Bator), VARGA-HASZONITS Z. (Budapest), VITEK, V. (Praha), WHITE, R. M. (Rockville).

ELNÖK:

DÉSI F. (BUDAPEST)

SZERKESZTŐ:

LŐRINCZ A. (BUDAPEST)

80. ÉVFOLYAM

4

1976. JÚLIUS—AUGUSZTUS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT BUDAPEST

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT

IDŐJÁRÁS

80. ÉVFOLYAM

4

1976. JÚLIUS – AUGUSZTUS

BUDAPEST

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

E SZÁM SZERZŐI

DR. SZEPESI DEZSŐ kandidátus, a Központi Légekőfizikai Intézet tud. osztályvezetője, *Budapest*; KISBERK ISTVÁN, a Központi Légekőfizikai Intézet tud. segédmunkatársa, *Budapest*; DR. WIRTH ENDRE kandidátus, az Alkalmazott Felhőfizikai főosztály vezetője, *Pécs*; VU BOI KIEM a vietnami meteorológiai szolgálat tud. munkatársa, *Hanoi*, PATAKI MÁRTA a Központi Meteorológiai Intézet tud. főmunkatársa, *Budapest*; DR. ANTAL EMÁNUEL kandidátus, a Központi Légekőfizikai Intézet tud. főosztályvezetője, *Budapest*.

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

TARTALOM

Szepesi Dezső—Kisberk István: A városi légszennyeződés meteorológiai szimulálása. 1. rész: Légszennyező anyagok városi méretű emisszió-katasztere	189
Wirth Endre: Jégesők szerkezetének vizsgálata	202
Vu Boi Kiem: Az ázsiai monszunról (angol nyelven)	211
Pataki Márta: A troposzféra λ_{\min} — 320 nm hullámhosszú ultraviola irradianciájának lehetséges változásai és a biológiai következmények becslése	224
Antal Emánuel: A meteorológia és az élelmiszer-termelés	234

Irodalom

Gangyin, L. Sz.—Kagan, R. L.: Meteorológiai adatok interpretációjának statisztikai módszerei (Dévényi Dezső)	241
Budyko, M. I.: Az éghajlatváltozások (Aujeszký László)	242
Schröder, W.: Az éjszakai világító felhők kutatásának fejlődési szakaszai (Béll Béla)	242

Krónika

Hille Alfréd 85 éves (Rajkay Ö.) — Az Európai Régió Távközlési munkacsoportja (Mezősi M.) — A Kozmikus Meteorológiai állandó munkacsoport IX. ülése (Barát J.) — Öntözésmeteorológiai szakmai nap Szarvason (Kéri M.) — Svéd hidrológusok tanulmányútja (Antal E.) — Az MMT előadó ülése (Lőrincz A.) — Az MMT Repülésmeteorológiai szakosztálya (Tóth P.) — Dévényi Dezső tanulmányútja Leningrádban (Götz G.) — Az MMT Orvosmeteorológiai szakosztályának előadó ülése (Gajzágó L.) — Vietnami aspiránsok kandidátusi értekezésének vitája (Ambrózy Pál)	244
--	-----

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

CONTENTS — INHALT — SOMMAIRE — СОДЕРЖАНИЕ

<i>Szepesi, D.—Kisberk, I.:</i> Meteorological Simulation of Urban Air Pollution. Part 1: Emission Inventory of Air Pollutants on Urban Scale	189
<i>Wirth, E.:</i> Investigation of Hailstorms Structure	202
<i>Vu Boi Kiem:</i> On Asiatic Monsoon (English text)	211
<i>Pataki, M.:</i> Possible Variation of the UV Irradiance λ_{\min} — 320 nm of the Troposphere and an Evaluation of its Biological Consequences	224
<i>Antal, E.:</i> Die Meteorologie und die Lebensmittelproduktion	234
 L i t e r a t u r e	
<i>Гандин, Л. С., —Каган, Р. Л.:</i> Статистические методы интерпретации метеорологических данных (<i>D. Dévényi</i>)	241
<i>Будыко, М. И.:</i> Изменение климата (<i>L. Aujeszy</i>)	242
<i>Schröder, W.:</i> Entwicklungsphasen der Erforschung der Leuchtenden Nachtwolken (<i>B. Béll</i>)	242
Chronicle	244

IDŐJÁRÁS

80. ÉVFOLYAM 4. SZÁM 1976. JÚLIUS — AUGUSZTUS

A városi légszennyeződés meteorológiai szimulálása. 1. rész: Légszennyező anyagok városi méretű emissziókatasztere*

SZEPESI DEZSŐ, KISBERK ISTVÁN *Központi Légekőfizikai Intézet, Budapest*

Meteorological Simulation of Urban Air Pollution. Part 1: Emission Inventory of Air Pollutants on Urban Scale. For the investigation and planning of air quality the emission inventory is a useful and important tool. The development of an emission inventory is preceded by collecting information on different kinds of pollutants, on types of sources and on consumption rate of fuel. After this by using emission factors the rate of emission per unit time and unit area can be determined. It is necessary to prepare emission inventories for area as well as for high point sources. The application of the method is also shown for the city of Pécs, Hungary.

*

Метеорологическое моделирование загрязнения городского воздуха. Часть 1: Кадастр выбросов вредных проиmessей городского масштаба. Кадастр выбросов является полезным и необходимым средством при изучении и проектировании качества воздуха городов. Разработке кадастра предшествует сбор информации о видах загрязнений на определение характера источников загрязнения и об их производительности. Затем с использованием факторов выброса можно определить степень выброса на единицу площади за единицу времени. Кадастр выбросов необходимо разрабатывать отдельно по площади и для высоких точечных источников. В настоящей работе предлагаемый метод применяется для выбросов двуокиси серы в городе Печ.

*

1. Bevezetés

Az emissziókataszter meghatározása lényegében nem meteorológiai feladat, mégis mivel a műszaki tudományok és a természettudományok határterületén kialakult levegőtisztaságvédelmi kutatások, vizsgálatok és ezek alapján hozott intézkedések egyik kiindulópontja, módszertani kidolgozását általában meteorológusok kezdeményezik. A meteorológus olyan típusú emisszió kataszter kidolgozását szorgalmazza, mely a terjedési, hígulási és kikerülési folyamatokat figyelembe vevő transzmissziós modellek számára is érthető adatokat szolgáltat. Csak így válik lehetővé, hogy az emisszió a transzmissziós modell felhasználásával területi és időbeli megoszlásban jelentkező levegőminőségként legyen értelmezhető, illetve meghatározható legyen az, hogy a küszöbértéknél magasabb levegőminőség a területi emisszió milyen mértékű csökkentése esetén éri el a megengedett értéket.

Az emissziókataszter fogalmának meteorológiai szempontból a pontforrás emisszióján [t/év, kg/óra, g/sec] kívül az azonos fajtájú szennyezőanyagok (például fűtésből származó SO_x, NO_x, CO stb.) területi forrásokból kibocsátott

* A meteorológiai tudományos napokon, 1975. nov. 12-én elhangzott előadás.

mértékét [$t/\text{év km}^2$; $g/\text{sec m}^2$] is magában kell foglalnia és ezt néhány 10, illetve 100 km^2 kiterjedésben területi megoszlásban kell részleteznie. További lényeges követelménye a tervezés céljára felvett emissziókataszternek az, hogy kidolgozásakor a figyelembe vett szennyezőforrások emissziójának nem elsősorban a fizikai felmérését tartja szem előtt (mely esetleg csak évek során végezhető el), hanem inkább meglévő információs anyagra (fűtőanyag felhasználás, lakások száma, termelési adatok, átlagos emissziós tényezők stb.) és kérdőíves felmérés, illetve konzultációk során összegyűjtött ismeretekre épít. Így viszonylag kis költséggel, 1–2 hónap alatt egy város vagy régió jellemző emisszióinak területi megoszlását teheti reálisan becsülhetővé.

Az emissziókataszter adatai nélkülözhetetlen tényezők a légszennyeződés csökkentésére, illetve a környezeti levegő tisztántartására irányuló különböző munkaprogramokban. Egyrészt bázis-adatok (input) a levegőminőség tervezéséhez szükséges meteorológiai szimulációs modellek megalkotásához, másrészt ha ismeretes a különböző típusú forrásokból területegységenként kibocsátott szennyezőanyag mennyisége, akkor a földrajzi eloszlásban mutatózó relatív különbségek alapján lehetővé válik a légszennyeződéssel kapcsolatos jellegzetes paraméterek területi megoszlásának gyors kiértékelése. Az emissziókataszter adatainak ezen alkalmazási területei közül a következőket érdemes kiemelni:

a) Mintavételi program tervezésekor korlátozott számú mérőállomás optimális elhelyezésének megállapítása

b) Korlátozott számú mérőponton végzett levegőminőség-mérés adatainak analíziséhez a területi eloszlás jó közelítésű meghatározása

c) Segédeszköz emissziós szabványok létrehozásához, emisszió-szabályozás kidolgozásához és végrehajtásához.

2. A kataszter készítésének módszere

A kataszter kidolgozását széles körű előkészítő munkálatoknak kell megelőznie.

2.1. Előkészítő munkálatok lépései

Az előkészítő munkálatok kiterjednek: a) az antropogén tevékenység következtében kibocsátott légszennyező anyagok osztályozására, b) légszennyező anyagot kibocsátó források osztályozására, c) különböző típusú forrásokból kibocsátott emisszió napi és területi mértékének meghatározására.

2.1.1. Antropogén tevékenység következtében kibocsátott légszennyező anyagok osztályozása

A környezeti levegőben található szennyező anyagokat többféle szempontból osztályozhatjuk. Eredetük szerint megkülönböztetünk elsődleges és másodlagos légszennyező anyagokat. Elsődleges légszennyező anyagoknak nevezzük a légkörbe bocsátott anyagokat, másodlagosnak nevezzük a légkörben keletkezett anyagokat.

Halmazállapotuk szerint megkülönböztetünk gáznemű légszennyező anyagokat és részecskéket. A 10 mikronnál kisebb átmérőjű részecskék terjedési mechanizmusa megegyezik a gázokéval, az ennél nagyobb részecskék terjedésének vizsgálatánál a gravitációs ülepedést célszerű külön figyelembe venni. A szennyező anyagok csoportosítását az I. táblázat szemlélteti.

I. TÁBLÁZAT

Légszennyező anyagok csoportosítása

<i>Szerves gázok:</i>	
szénhidrogének	hexán, benzén, etilén, metán, bután, butadién
karbonil vegyületek (aldehidek, ketonok)	formaldehid, aceton
egyéb szerves anyagok	klórozott szénhidrogének, alkoholok
<i>Szervetlen gázok:</i>	
kén-oxidok	kén-dioxid, kén-trioxid
nitrogén-oxidok	nitrogén-monoxid, nitrogén-dioxid
szén-oxidok	szén-monoxid, szén-dioxid
egyéb szervetlen anyagok	kénhidrogén, hidrogén-fluorid, ammónia, klór
<i>Részecskék:</i>	
szilárd részecskék, folyadék részecskék	

A városi levegőkörnyezetbe bocsátott szennyezőanyagok közül elsősorban azokat célszerű kataszterbe foglalni, amelyek általánosan előfordulnak és hatásuk jelentős. Ilyen szennyezőanyagok elsősorban a kén-dioxid, a nitrogén-oxidok, szénhidrogének, a szén-monoxid és a lebegő, szilárd szennyezőanyagok.

2.1.2. Légszennyező anyagot kibocsátó források osztályozása

Az emissziós forrásokat a reális kezelhetőség céljából két fő csoportba célszerű sorolni. Az első kategóriába az egyedi kezelést igénylő, általában közepes magasságú (50 – 150 m), illetve magas (> 150 m), helyhez kötött pontforrások tartoznak, melyek emissziói jelentősek, a szennyezés mennyisége általában meghaladja a vizsgált területen együttesen kibocsátott azonos fajtájú szennyező anyag mennyiségének két százalékát [1]. A másik csoportba a területi források tartoznak, melyek lehetnek helyhez kötött területi források (pl. háztartási fűtés) és mozgó területi források, vagy talajközeli források (gépjárművek és hajók).

Az egyedi kezelést igénylő pontforrások általában hőerőművek, fűtőművek vagy ipari létesítmények kéményei, melyek az emissziókataszter készítője számára jól ismertek. Emisszióik mértéke ezért tüzelőanyag felhasználásuk, technológiai folyamatok veszteségei stb. alapján iparáganként viszonylag pontosan és könnyen becsülhető.

Területi forrásnak azon szennyezőanyag kibocsátó objektumok összességét nevezzük, melyek szennyező hatásának vizsgálata egyedi alapon, a források nagy száma miatt gyakorlatilag megvalósíthatatlan és fölösleges is, mivel a hasonló körülmények között emittáló források szennyező hatása már kis távolságon belül sem különböztethető meg [7].

2.1.3. Különböző típusú forrásokból kibocsátott emisszió napi és területi megoszlásának meghatározása

Az emisszió napi és területi megoszlása meghatározható az emissziós faktorok és a légszennyezéssel járó anyagfelhasználás mértékének ismeretében.

2.1.3.1. *Emissziós faktorok meghatározása.* Emissziós faktornak nevezzük az egyes légszennyező forrásból kibocsátott szennyezőanyag mértékének a kezelt, feldolgozott vagy elégetett anyag egységnyi mértékére vonatkozó átlagértékét:

$$\begin{aligned} \text{Emissziós faktor} &= \frac{\text{emisszió napi mennyisége}}{\text{elégetett tüzelő anyag napi mennyisége}} = \\ &= \frac{0,5 \text{ t SO}_2/\text{nap}}{5,0 \text{ t tüzelőanyag/nap}} = 0,1 \text{ t SO}_2/\text{t tüzelőanyag.} \end{aligned}$$

Az emissziós faktorok meghatározhatók *a)* a szennyezőforrás emissziójának mérése útján, *b)* a légszennyezéssel járó tevékenységet irányító személyzet által nyújtott információk (kérdőívek vagy személyes konzultáció útján) elemzése alapján, *c)* szakmai, illetve statisztikai kiadványokban közzétett adatok elemzésével.

Az emissziós faktorok a kezelő, feldolgozó és égető műveletek folyamán alkalmazott eljárásoktól, a felhasznált anyag minőségétől és a leválasztó berendezések hatékonyságától függően változnak. Ezen tényezők kombinációja szennyezőforrásként változó, tehát jelentős tévedésekre vezethetne, ha egy adott szennyezőforrásra meghatározott emissziós faktort, más egyedi forrásra alkalmaznánk. Ezzel szemben az összkibocsátásnak meglehetősen pontos becslése válik lehetővé, ha például egy város területén viszonylag nagyszámú hasonló forrásra kidolgozott átlagos emissziós tényezővel dolgozunk.

Az emissziós faktor megállapítása más feladatot jelent pontforrásokra, mint területi forrásokra. Pontforrásokra a faktort egyedenként kell megállapítani a berendezés típusa, elhasználtságának foka, igénybevételének mértéke, a felhasznált nyersanyag minősége (pl. kén- és hamutartalma) és az üzemeltető személyzet tevékenységének színvonala alapján. Pontforrásból szennyező tüzelőberendezések emissziós faktora a fentiek figyelembevételével a *függelék 1. táblázata* alapján határozható meg. Területi források emissziós faktorának megállapítása a vizsgált területegységre együttesen történik, a felhasznált anyag átlagos fajtája és minősége, a berendezések jellegzetes típusa és elhasználtságának átlagos mértéke alapján.

Területi forrásként kezelendő tüzelőberendezések átlagos emissziós faktort a *függelék* következő táblázataiból vehetjük ki: *a)* Széntüzelés esetén a szilárd részecske-szennyezés emissziós faktorát a *függelék 3. táblázatának* „Gépi adagolású tüzelés” értéke, a gáznemű szennyeződések emissziós faktorait a *függelék 2. táblázata* adja meg. *b)* Olaj és földgáztüzelés esetén szintén a *függelék 2. táblázatának* emissziós faktorai alkalmazandók.

2.1.3.2. Légszennyezéssel járó anyagfelhasználás mértéke. A különböző típusú szennyezőforrások kibocsátásának mértéke az emissziós faktorok ismeretében a légszennyezéssel járó anyagfelhasználás mértéke alapján állapítható meg. Légszennyezéssel járó anyagfelhasználáson különböző anyagok feldolgozásának, kezelésének, vagy tüzelésének folyamatát értjük. A légszennyezéssel járó anyagfeldolgozás és kezelés kérdéseivel néhány jó összefoglaló munkára hivatkozunk [1, 2, 8] jelen tanulmányunkban a tüzelőanyag felhasználással és következményeivel foglalkozunk.

A tüzelőanyag-felhasználás évi mennyiségének becslését célszerű pont- és területi forráskategóriánként és közigazgatási területenként megállapított zónákra elkészíteni.

A tüzelőanyag-felhasználás mennyiségére vonatkozó adatokhoz *a)* kérdőíves felmérés, *b)* az irányító személyzettel való konzultáció, illetve *c)* statisztikai felmérések adatainak elemzése útján juthatunk.

2.1.3.2.1. Pontforrások tüzelőanyag-felhasználásának kategorizálásához a következő adatokat kell ismerni: felhasznált tüzelőanyag fajtája, évi (téli fél-

évi), mennyisége, a felhasználás évi és napi menete, tüzelőberendezés típusa, leválasztóberendezés hatékonysága, a munkafolyamatokhoz, illetve a belső tér fűtéshez felhasznált tüzelőanyagmennyiségek részaránya.

2.1.3.2.2. *Területi források tüzelőanyag-felhasználásának meghatározása* nehezebb feladat. A város illetve a kerületek felhasznált évi tüzelőanyag-mennyisége a tanácsok, TŰZÉP-telepek tájékoztatása, illetve statisztikai felmérések adatainak elemzése útján becsülhető. Az évi összes tüzelőanyag-felhasználás területi megoszlása a területegységenkénti lakásszám (Városi Tanács), időbeli megoszlása pedig a fűtési foknap-értékek alapján számítható ki.

A területi források tüzelőanyag-felhasználását a háztartások, az intézmények és üzemi helyiségek fűtése, vízmelegítése, illetve a területi forrásnak minősített ipari tevékenység teszi ki, tehát a területi forrás emissziója ezekből származtatható. Vízmelegítésre, főzésre a teljes évi tüzelőanyag-felhasználásnak (fűtés + melegítés + főzés) átlagban 10 százaléka fordítódik.

A háztartásokban felhasznált különböző tüzelőanyagok mennyisége területi megoszlásának meghatározásához célszerű részletes laksűrűségi térképből kiindulva a vizsgált területen olyan zónákat kijelölni, ahol a szén-, olaj-, gáz-, illetve távfűtés aránya közel azonosnak vehető.

2.2. Az emissziókataszter kidolgozása

Ahhoz, hogy az emissziókataszter a bevezető részben felsorolt területeken valóban alkalmazható legyen, szükséges, hogy a szennyezőanyag kibocsátásról meglehetősen részletes térbeli (500 × 500 m) és időbeli (1 óra) információt nyújtson. Az emisszió-adatok pontossága igen lényeges például akkor, ha az emissziókatasztert rövid távú és kis léptékű levegőminőség előrejelzés kiindulási információjaként kívánjuk felhasználni.

Az emissziókataszter kidolgozása a feladat viszonylag egyszerűbb, befejező szakasza. Ezt a szakaszt előzi meg a szennyezőforrások típusba sorolása, az emissziós faktorok és a leválasztási hatások megállapítása, a felhasznált anyag fajtájának és mennyiségének becslése, és a jellemző paraméterek zónáit szemléltető segédterképek szerkesztése. Mint már az előzőkben említettük, az emissziókatasztert két fő kategóriára, a pont és területi forrásokra célszerű kidolgozni.

2.2.1. Pontforrások emissziókatasztere

Kiszámításához az ezen kategóriába tartozó valamennyi létesítmény kibocsátásának mértékét külön-külön meghatározzuk, majd helyüknek megfelelő földrajzi koordinátával vesszük őket figyelembe. A szennyezőanyag meghatározásának két módja van:

a) Ha a felhasznált tüzelőanyag mennyiségét (AM), az emissziós faktort (EF) és a leválasztás mértékét (LM) ismerjük, akkor pontforrás átlagos emissziójának mértékét (EM) a következő összefüggés adja:

$$EM \left[\frac{\text{kg légszennyező anyag}}{\text{nap}} \right] = AM \left[\frac{\text{kg felhasznált tüzelő anyag}}{\text{nap}} \right] \cdot EF \left[\frac{\text{kg légszennyező anyag}}{\text{nap}} \right] \cdot \left(\frac{100-LM}{100} \right) \quad (1)$$

b) Ha adott pontforrás kibocsátásának mértékét nem ismerjük, akkor szakirodalmi adatok alapján az illető anyagfelhasználás technológiájára jellemző átlagos kibocsátási értéket használjuk.

2.2.2. Területi források emissziókatasztere

Általában olyan szennyezőanyag emittálóakra terjed ki, melyek kibocsátási magassága 50 méternél alacsonyabb, leválasztó berendezéssel nincsenek ellátva és emissziójuknak mértéke a vizsgált terület azonos szennyezőanyagára vonatkozó összkibocsátásának 2 százalékát (a bemutatott példánál $1,7 \cdot 10^6$ kg SO₂/év) forrásonként nem haladja meg. A továbbiakban a területi kategóriába eső és tüzelőanyag-felhasználásból származó emissziók kataszterének kidolgozásával foglalkozunk részletesebben.

Miután egy vizsgált terület tüzelőanyag-felhasználásából a pontforrások részarányát elkülönítettük, a területi források évi össz fogyasztását a felhasználás módja szerint két részre bontjuk munkafolyamatokat, illetve helyiség-fűtést szolgáló részre.

2.2.2.1. *Munkafolyamatokat szolgáló tüzelőanyag-felhasználás.* A tüzelőanyag egy részét az év folyamán viszonylag egyenlő napi adagokban égetik el. Ezt a tüzelőanyag-mennyiséget ipari műveletek energiaigényének biztosítására, háztartásokban és intézményekben vízmelegítésre és főzésre fordítják. Bár ezen folyamatok napról napra és óráról órára változnak, nagyobb számú forrás esetén a napi tüzelőanyag-felhasználást egyenlőnek vehetjük az évi mennyiség 1/365-öd részével. Amikor az ipari jellegű területi források pl. munkaszüneti napokon nem szennyeznek, a 365 helyébe a munkanapok évi számát helyettesítjük.

2.2.2.2. *Belső terek fűtésére szolgáló tüzelőanyag-felhasználás évi menete* Az évi össz-tüzelőanyag felhasználásból az előző felosztás szerint fennmaradó jelentős részt, a háztartások és az intézmények és üzemi helyiségek fűtésére fordítják. A felhasználás a meleg időszakban nulla, a téli félév leghidegebb időszakaiban maximális. A belső terek fűtésére felhasznált tüzelőanyag napi mennyisége a napi átlaghőmérséklet alapján kiszámítható fűtési foknap-értékkel arányosnak fogadható el. (Egységnyi fűtési foknap- vagy hófokhíd-értéknek nevezzük a környezeti levegőhőmérséklet átlagos napi értékének egy adott, küszöbhőmérsékletként elfogadott hőmérsékleti értéktől számított 1 fok eltérését.)

A tüzelőanyag-felhasználás mennyiségét a fűtési foknap következő értékei alapján határozhatjuk meg jó közelítéssel: a) foknap-értékkel rendelkező napok évi száma, b) foknap-értékek évi összege, c) az év folyamán a legmagasabb napi foknap-értéke.

A mértékadó foknap-értékeket általában a meteorológiai szolgálatok állapítják meg múltbeli minimálisan 3 naptári év környezeti léghőmérséklet-mérések adatai alapján.

Az évi tüzelőanyag-mennyiség és a foknap-értékek ismeretében az egyes napokon felhasznált tüzelőanyag mennyiségét, azaz a fűtési igény mértékét a következőképpen állapíthatjuk meg:

a) Minimális fűtésigény. A fűtési foknap értéke 0, a meleg évszakban nincs fűtés.

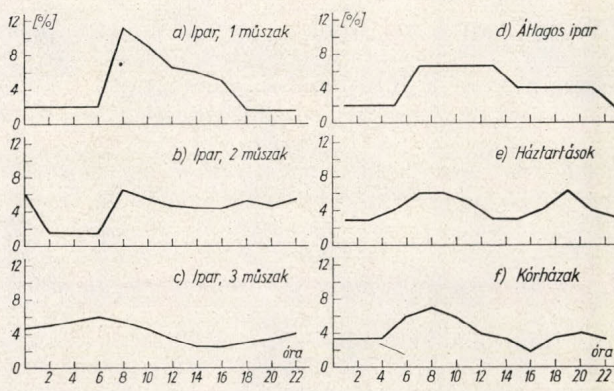
b) Átlagos fűtésigény. Belső terek fűtésére felhasznált évi tüzelőanyag-mennyiség osztva a foknap-értékkel rendelkező napok évi számával.

c) A maximális fűtésigényt a következő összefüggés adja meg:

$$(DD_{\max}/A) \cdot Ta$$

ahol DD_{\max} = az év folyamán előforduló legmagasabb napi fűtési foknap értékével, A = a fűtési foknap-értékek évi összegével, Ta = a tüzelőanyag évi összmenyiségével.

2.2.2.3. *Az emisszió napi ciklusának meghatározása.* Az évszakos változás mellett valamennyi légszennyező forrás emissziója jelentős mértékű napi ingadozást is mutat. Az ingadozás mértéke tüzelőanyag-felhasználási kategóriánként eltér. Az 1. ábra helyiségfűtésből származó napi emissziós meneteket mutat be ipari forrásokra, kórházakra és háztartási fűtésre vonatkozóan [4, 6]. Az ábra



1. ábra. Különböző tüzelőanyag-felhasználók emissziójának napi menete (a, b, c, f [6], d, e, [4])

függőleges tengelyére a napi összemisszió százalékában megadott óránkénti értékeket vittük fel. A bemutatott esetekben a napi emisszió maximuma a délelőtti órákban (8–10) keletkezik. A háztartások és kórházak fűtési emissziója 16–22 óra között másodmaximumot mutat.

2.2.2.4. *A tüzelőanyag-felhasználás területi megoszlása.* Területi forrásnak minősülő szennyezők felhasznált évi tüzelőanyag-mennyiségének területi megoszlása csak közvetett módon határozható meg. A területi megoszlás mértékének megállapításához háztartások esetében a népsűrűséget, intézmények esetében a szolgálati foglalkoztatottak számát és ipari vonatkozásban a termelés jellegét és a beruházás nagyságát célszerű paraméterként figyelembe venni. Ezen tényezők területegységenként vett mértékét erre a célra szerkesztett ún. zónatérképeken kell feltüntetni a vizsgálat szempontjából lényeges következő jellemzőkkel együtt: a) folyók, tavak, hegységek; b) közigazgatási területek, területfelhasználás illetve tüzelőanyag-felhasználás alapján homogénnek tekinthető területek körvonalai.

A fentiekben részletezett tényezők hasonló léptékben, átlátszó papíron készített térképei alapján a felhasznált tüzelőanyagok kéntartalmának figyelembevételével készíthető a területi források emissziós alaptérképe. Ez a vizsgált szennyezőanyag-kibocsátás földrajzi megoszlását a következő felbontási részletességgel illetve dimenzióban adja meg: kg/nap km^2 , vagy $\text{kg/nap} \cdot 0,25 \text{ km}^2$, illetve 1 km^2 vagy $500 \text{ m} \cdot 500 \text{ m}$ terület átlagára vonatkozóan g/sec m^2 -ben.

2.2.2.5. *Empirikus formula az emisszió évi és napi ciklusának figyelembevételére.* Az előző fejezetek módszertani leírást adtak arra, hogyan lehet területi forrásnak minősített tüzelőanyag-felhasználók egész évben állandó (2.2.2.1.), illetve helyiségfűtésből származó változó mértékű emissziójának napi (2.2.2.2.),

illetve óránkénti (2.2.2.3.) mennyiségét meghatározni. Ezen hatások egyidejű figyelembevételére a következő empirikus formulát dolgoztuk ki:

$$Q_{nt} = C \left(Q_{nf} \frac{DD}{A} N_t + Q_{na} \frac{1}{P} M_t \right) \quad (2)$$

Q_{nt} [g/sec·m²] az n -edik 500 m·500 m-es területegység t -edik órára vonatkozó átlagos emissziója,

$C = 0,556 \cdot 10^6$ [g/sec·m²] átszámítási faktor,

fQ_{nf} [kg/év·0,25 km²] az n -edik területegység, helyiségfűtésből származó évi emissziója,

DD [fok/nap] a fűtési foknap értéke adott napon,

A [fok/év] a fűtési foknap értékek évi összege,

N_t [nap/2 óra] a fűtési emisszió napi változását figyelembe vevő faktor,

Q_{na} [kg/év·0,25 km²] az n -edik területegység állandó mértékű tevékenységből származó évi összemissziója,

P [nap/év] állandó mértékű tevékenység szempontjából figyelembe vett napok évi száma,

M_t [nap/óra] állandó mértékű emisszió napi változását figyelembe vevő faktor.

3. Emisszió-adatok számítógépes tárolásának célszerű követelményei

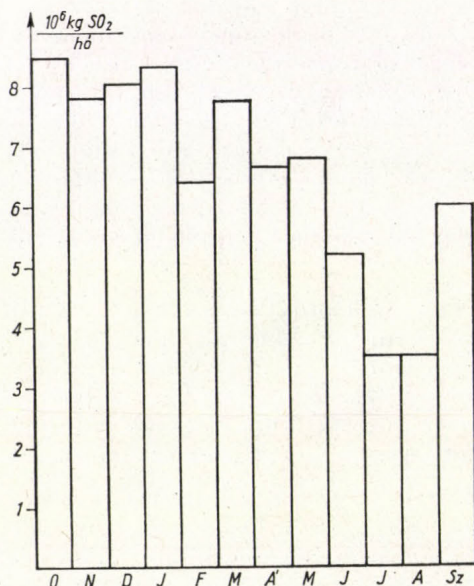
Ha az emisszió adatok tárolása, feldolgozása és lehívása számítógépes rendszer útján történik, célszerű ezt a rendszert az előzőkben részletezettek alapján a következő szempontok figyelembevételével tervezni:

a) Az adatok a kibocsátó forrás típusa (pont, területi és vonal) szerint csoportosítandók;

b) Emissziós adatok megfelelő mértékegysége t/év, illetve kg/év 0,25 km².

c) Az állandó, illetve a változó mértékű emissziók megkülönböztetendők;

d) Fűtési foknap-adatok tárolandók;



2. ábra. A pécsi hőerőmű kén-dioxid kibocsátásának évi menete

e) Évi, heti és napi kibocsátási ciklusok figyelembevételének lehetősége biztosítandó;

f) Elavult adatok rendszeres korrekciójának lehetősége beépítendő;

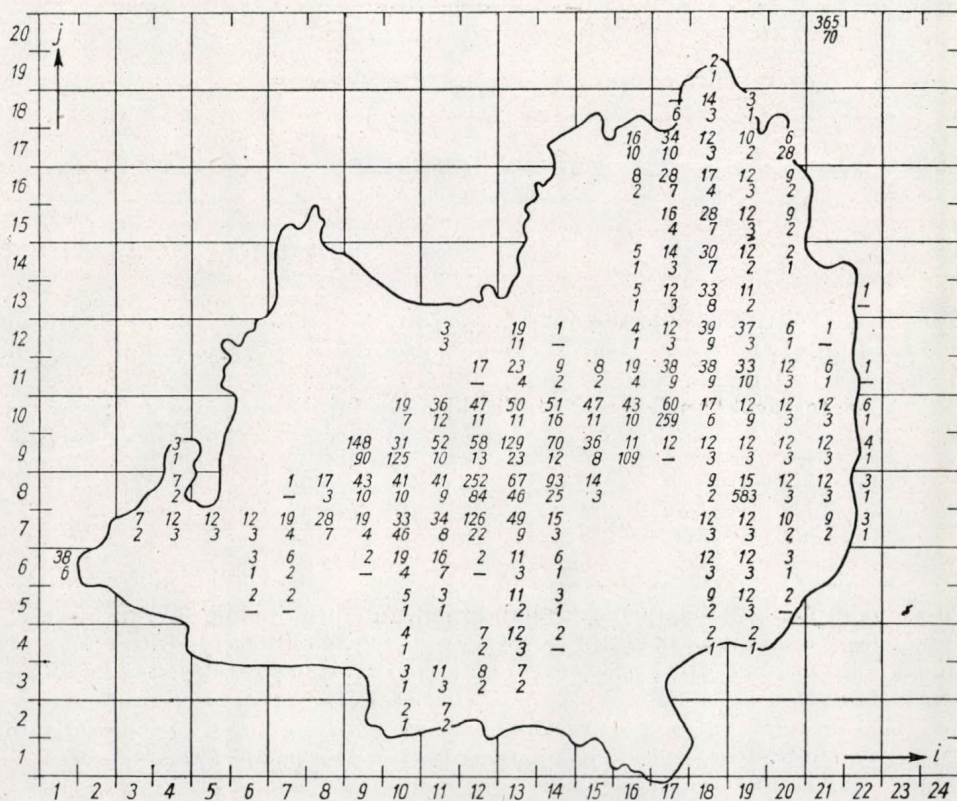
g) Kiindulási adatok várható vagy javasolt módosításának lehetősége (levegőtisztaság tervezés céljából) biztosítandó.

4. Példa a módszer alkalmazására

A bemutatott módszert Pécs város 1973–74. évi időszakra vonatkozó kén-dioxid-szennyeződésének meteorológiai modellezése során alkalmaztuk.

Pécs város kén-dioxid emissziókataszterének kidolgozásánál két forrástípust különböztettünk meg. A háztartások, kazántelegek, intézmények és az ipar 50 méternél alacsonyabb magasságból kibocsátott SO_2 emisszióit területi forrásnak tekintettük, míg a jelentős kén-dioxidmennyiséget 100 méter magasból kibocsátó pécsi erőművet pontforrásnak vettük.

A pontforrásként tekinthető pécsi erőmű kén-dioxid emissziójának mértékét a VEIKI által végzett mérések havi átlagértékei alapján a 2. ábra szemlélteti. Az évi kén-dioxid összemisszió $78,4 \cdot 10^6$ kg volt (5). Az erőmű emissziója egy nagyságrenddel nagyobb a városi területi forrásokból származó évi kén-dioxid összemissziójánál.

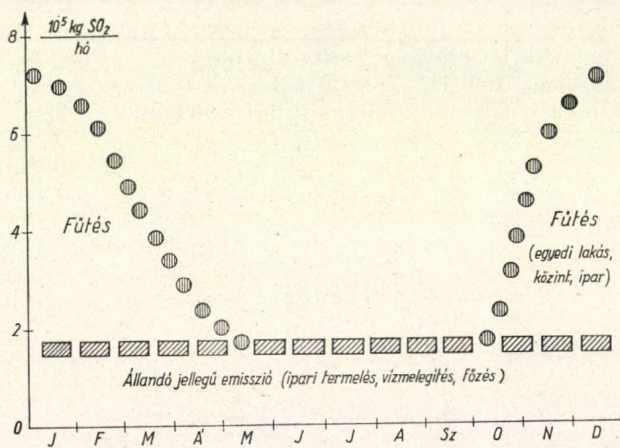


3. ábra. Az állandó (alsó szám) és a változó (felső szám) mértékű kén-dioxid emisszió területi megoszlása Pécsen

A területi forrás emissziókataszterének összeállításánál támaszkodtunk Gyurkó I. – Szabó L. [3] tanulmányára, az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium emisszió-bevallási kérdőíveire és a Baranya Megyei Tanács lak-sűrűségi adataira.

A területi források fűtésből származó kén-dioxid emissziójának területi és időbeli megoszlását a 2.2.2. pontban részletezett becslési módszerrel határoztuk meg. Külön vettük figyelembe a háztartási és az ipari tüzelőanyag-felhasználásból származó emissziót.

A területi megoszlás meghatározásához rendelkezésünkre állt a város terület hasznosítási zónatérképe a következő jellegzetességekkel: közigazgatási területek, domborzat, zöld területek, beépítettség, ipari és kommunális szennyezőforrások és kazántelemek helye. A felhasznált tüzelőanyag fajtáját területi bontásban – adatok hiányában – sajnos, nem állapíthattuk meg. A távfűtéssel ellátott lakóterületekről feltételeztük, hogy nem emittálnak. A város terü-



4. ábra. Területi forrásokból származó állandó és változó mértékű kén-dioxid emisszió évi menete Pécssett

letegységenkénti lakásainak számát a beépítettség alapján a Baranya Megyei Tanács Építési Osztálya bocsátotta rendelkezésünkre. (A város lakóinak száma 159 ezer, átlagban 2 lakásra 7 fő jut.)

A háztartásokban felhasznált tüzelőanyag fajtái, mennyisége, kén százaléka, illetve a kibocsátott kén-dioxid-emisszió mértéke a következő volt [3]:

Szén	$5,38 \cdot 10^4$ t/év	2,3 S%	$2,5 \cdot 10^6$ kg SO ₂ /év
Olaj	$1,20 \cdot 10^4$ t/év	1,0 S%	$2,4 \cdot 10^5$ kg SO ₂ /év
Gáz	$9,17 \cdot 10^6$ Nm ³ /év	—	—

A városi háztartások évi összemisszióját ($2,74 \cdot 10^6$ kg SO₂/év) először két részre bontottuk. A háztartások állandó jellegű emissziójának évi mennyisége (vízmelegítés és főzés) $0,52 \cdot 10^6$ kg SO₂/év, a téli félév helyiségfűtéséből származó emisszió $2,22 \cdot 10^6$ kg SO₂/év volt. E két emissziós érték egy lakásra eső hányadait ($15,6$ kg SO₂/év, illetve $65,7$ kg SO₂/év) a $0,25$ km² területegységre eső lakások számával összeszoroztuk. Így az 500 m · 500 m-es rácshálózat minden egyes területegységének háztartási tüzelőanyag-felhasználásból származó emisszióját meghatároztuk.

Területi kategóriába tartozó ipari források összkibocsátása $2,79 \cdot 10^6$ kg SO₂/év volt. Az ipari és kommunális szennyezők és a kazántelemek emissziójának téli, illetve nyári félévi adatai alapján területegységenként egész évben

II. TÁBLÁZAT

Fűtési foknap-értékek 20/10 kikötés esetén

Dátum: 1973. dec.	1.	2.	3.	4.	...1974. nov. 27.	28.	29.	30.
Napi hőmérséklet C°	-8,2	-8,3	-11,8	-10,0	2,5	1,8	2,6	2,9
Foknap-értékek	28,2	28,3	31,8	30,0	17,5	18,2	17,4	17,1

állandó mértékű, illetve a hideg időszakban változó mértékű emissziós hányadokat állapítottunk meg.

A háztartások egész évben állandó illetve változó mértékű emissziójának értékeit területegységenként hozzáadtuk az ipari és kommunális emisszió megfelelő értékeihez. Az ily módon nyert adatokból emissziós térképeket szerkesztettünk, amelyet a 3. ábra szemléltet. A térkép minden egyes négyzetében

két érték szerepel $10^3 \frac{\text{kg}}{\text{év} \cdot 0,25 \text{ km}^2}$ egységben. Az alsó szám az állandó mér-

tékű emisszió ($Q_{\text{ná}}$), a felső pedig a helyiségfűtésből származó változó mértékű emissziót (Q_{nr}) jelenti. A területi forrásokból származó állandó és változó mértékű kén-dioxid-emisszió évi menetét a 4. ábra szemlélteti. A téli félév emissziója a nyári félév kibocsátásának 4–6-szorosa.

Az n -edik területegység fűtésből származó változó és egyéb tevékenységből származó állandó kibocsátásnak ismeretében, az év bizonyos napjának t -edik órájában várható emisszió mértéke a 2.2.2.5. pont munkaformulájának felhasználásával meghatározható. Az empirikus formulában szereplő tényezők a következő értékeket veszik fel:

A fűtési foknap értéke (DD) Pécs Kertvárosban 1973–74-ben végzett léghőmérséklet-mérések adatai alapján, a 20/10 kikötés esetén a II. táblázatból vehető. Ez a kikötés azt jelenti, hogy a környezeti levegőhőmérséklet 20°C-tól való eltérését vesszük figyelembe olyan napokon, amikor a hőmérséklet tartósan 10°C alatt volt. Pécs városára a vizsgált időszakban a fűtési időnyt október 1. – március 31. közötti 182 napban határoztuk meg. A meleg időszakban $DD=0$. A vizsgált időszakban $A=2470$ [fok/év].

Az N_t faktor [nap/2 óra] meghatározásához a Pécs belvárosában működő kén-dioxid analizátor adatainak átlagos menetét is figyelembe vettük. Az N_t faktor értékeit a III. táblázat tartalmazza.

Az M_t [nap/2 óra] faktort az Építésügyi Minőségellenőrző Kutató Intézet szakembereivel való konzultáció alapján határoztuk meg (lásd I. ábra, ill. III. táblázat).

III. TÁBLÁZAT

Az emisszió napi ciklusának tényezői

óra	0–2	2–4	4–6	6–8	8–10	10–12	12–14	14–16	16–18	18–20	20–22	22–24
N_t	0,06	0,05	0,07	0,12	0,12	0,09	0,07	0,07	0,09	0,11	0,08	0,07
M_t	0,04	0,04	0,04	0,13	0,13	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,08	0,04

A felsorolt tényezőket (2)-be helyettesítve a városi kén-dioxid emisszió mértéke az év bármely évszakára, hónapjára, napjára vagy órájára számítógép segítségével könnyen meghatározható, természetesen a megfelelő fűtési fok- nap-érték alkalmazása szükséges. A fentiekben ismertetett módszert alkalmazva a vizsgált időszakra számítógéppel meghatároztuk Pécs város emisszió- kataszterét.

FÜGGELÉK. TÜZELŐANYAG-FELHASZNÁLÁS FONTOSABB EMISSZIÓS FAKTORAI

A bemutatásra kerülő emissziós faktorokat az Egyesült Államokban mérési adatok átlag- értékeként határozták meg [1].

Szén elégetésekor a következő gáznemű szennyező anyagok keletkeznek: jelentősebb meny- nyiségben: kén-oxidok, nitrogén-oxidok, szén-monoxid, szénhidrogének és aldehidek. A keletkező

1. TÁBLÁZAT

Széntüzelésből származó gáznemű szennyezőanyagok emissziós faktorai kg/t elégetett szén-egységben. S a szén százalékos kéntartalma. Például, ha $S=2$, az emissziós faktor = $2 \cdot 17,24 = 34,48$ kg/tonna szén [1]

Kazánok hőteljesítménye 10^6 kcal/óra	Kén-oxidok	Nitrogén- oxidok	Szén- monoxid	Szénhidro- gének	Aldehidek
Erőművi > 25	17,24 S	9,07	0,23	0,09	0,002
Ipari 2,5 – 25	17,24 S	9,07	1,36	0,45	0,002
Háztartási és kom- munális < 2,5	17,24 S	3,63	22,68	4,54	0,002

2. TÁBLÁZAT

*Emissziós faktorok (a szén kéntartalma: S, karbontartalma: C, százalékban, * a 3. táblázatban részletezve) [1]*

Szennyező anyagok	Széntüzelés [kg/kg]		Olajtüzelés [kg/10 ³ l]	Földgáz-fűtés [kg/10 ⁶ m ³]	Gépjár- művek [kg/10 ³ l]
	Ipari	Házt.			
Kén-oxidok	0,01494 S	0,0184 S	19 S	17000 S	0,6 – 1,2
Nitrogén-oxidok	0,01	0,0002	15,0	4160	6 – 18
Fluoridok	0,0002	0,0002	–	–	–
Szén-monoxid	–	–	0,005	6,4	360
Szén-dioxid	0,0366 C	0,0366 C	2980	–	720
Össz-szénhidrogének	0,01	0,01	0,10	1265	–
Aldehidek és ketonok	–	–	0,072	416	0,6
Egyéb szerves gázok, gőzök	–	–	0,33	–	24 – 48
Részecskék	*	*	2,63	–	0,036

3. TÁBLÁZAT

Széntüzelésből származó szilárd részecske-szennyezés emissziós faktora leválasztás nélküli esetben. A a szén hamutartalma százalékban. Például, ha $A = 10$ ciklontüzelés esetén a kazán emissziós faktora $0,91 \cdot 10 = 9,1$ kg részecske/t szén [1]

Emisszió az elégetett szénből	Tüzelés típusa			
	Porszén	Ciklon	Gépi adagolású	Kézi adagolású
Részecske [kg/t]	7,30 A	0,91 A	2,28 A	20,00
Benzpirén [μ g/t]	$6 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^5$	$12 \cdot 10^6$

szennyező gázok mennyisége függ a szén összetételétől, a tüzelés módjától, a tüzelőegység méretétől és egyéb tényezőktől. A tüzelőanyag kéntartalmának legnagyobb része az égési folyamat során oxidálódik, és elsősorban kén-dioxid alakjában jut a környezeti levegőbe. A szén kéntartalma néhány tized százaléktól 5 százaléknál nagyobb értékig változhat fajtától függően. A felsorolt szennyező gázok emissziós faktorait három felhasználási kategóriára vonatkozóan a függelék 1. táblázata adja meg.

Szén elégetésekor jelentős mennyiségű lebegő szilárd részecske is keletkezik. Az égést tápláló légáramlat magával ragadja ezen pernye és koromszemecskéket, és a környezeti levegőbe szállítja. A részecske-emisszió mértéke függ a szén hamutartalmától, a kazán típusától és az alkalmazott szabályozó berendezés leválasztási határfokától. A szén hamutartalma általában 3–18 százalék között változik, fajtától függően. A függelék 3. táblázata szabályozó berendezés nélküli különböző típusú széntüzelésű kazánok átlagos összrészecske kibocsátásának emissziós faktorait adja meg. Ahol volt adat a benzpirén emissziós faktort is megadjuk. A benzpirén-emisszió mértékét még az elektrosztatikus leválasztó alkalmazása sem befolyásolja.

A fűtőolaj kéntartalma az olaj eredetétől és finomításának fokától függ. A földgáz kéntartalma igen kismértékű, mégis célszerű ott figyelembe venni, ahol például nagyobb területnek ez a fűtőanyaga.

IRODALOM

- [1] *Ozolins G. – Smith R.* (1966): A Rapid Survey Technique for Estimating Community Air Pollution Emissions. Environmental Health Series, Air Pollution U.S.D.H.E.W. Public Health Service
- [2] *Element of Air Quality Management* (1964) Training Course Manual U.S.D.H.E.W. Public Health Service
- [3] *Gyurkó I. – Szabó L.* (1973): Tanulmány Pécs légszennyező forrásainak felméréséről és az emisszió csökkentésének műszaki lehetőségeiről. MTA Pécsi Bizottsága. Pécs.
- [4] Az emisszió és az immiszió összefüggésének experimentális vizsgálata Pécs térségében (1973). Az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium kutatási megbízása.
- [5] Adatszolgáltatás a Pécsi Hőerőmű kén-dioxid és por-emissziójáról (1973–74) VEIKI Hőtechnikai Főosztály, Budapest.
- [6] *Boyer, A. et alii* (1971): A Working System for the Management of Emission Inventory Information. Air Management Branch, Dept. of Energy and Resources Management, Ontario. Paper 71–10.
- [7] *Szepesi D.* (1974): A levegőkészlet-gazdálkodás tényezői és fogalomköre. Időjárás 78. évf. 6. szám 325–332.
- [8] *Kiss I.* (1976): Levegőtisztaság-védelmi adatbank és információrendszer. Épületgépészet, XXV. évf. 1. 8–10.

Jégesők szerkezetének vizsgálata*

WIRTH ENDRE, Központi Légekőrfizikai Intézet, Budapest

Investigation of Hailstorms Structure. Recently, the studies on the cross-effects of different scales in precipitation formation are probably the most exciting and fastest developing topics in cloud physics research. The author presents an example similar investigation attempting the deduction of the in-cloud concentration and size distribution of hailstones measured at the ground and combination of those with radar-reflectivity data. This is a first trial of mesoscale storm research by means of a new tool in Hungary. The work presented here therefore is mostly of methodical value. It is emphasized in the aper that there is a need of the statistical collection of data on different scales if the aim is to use radar as a real time hail detection equipment.

*

Исследование структуры града. Изучение взаимоотношения в образовании форм осадков различного масштаба представляет собой одну из самых интересных и наиболее быстро развивающихся проблем исследований, связанных с физикой облаков. Автор дает пример подобных исследований, направленный на определение концентрации градин в облаке и их распределения по размерам, по данным наземных наблюдений в комбинации с данными о радиолокационной отражаемости. В Венгрии эти работы были первыми попытками исследования мезомасштабных гроз при помощи новой техники. Настоящая работа имеет в основном методическое значение. В ней подчеркивается необходимость предварительного статистического сбора данных в целях последующего использования радиолокатора для обнаружения града в конкретных случаях.

*

Bevezetés. A jégesők jelentős károkat okoznak a mezőgazdasági termelésben. Az Állami Biztosító 1970 óta évente átlagosan 1 milliárd forint kártérítést fizet ki ezen a címen a termelészövetkezeteknek és állami gazdaságoknak. (Közgazdasági szakemberek szerint a népgazdaság tényleges vesztesége ennél az összegnél is jóval nagyobb.)

A károk normalizált értékei helyről helyre és időről időre változnak. A maximumok hazánkban egybeesnek a fajlagos termelési érték és a jégeső gyakoriság maximumaival. Baranya megyében pl. a kártérítés utolsó öt évi átlaga ezért éri el a 120 millió forintot. A károk ezenfelül évről évre növekvő tendenciát mutatnak, így gazdasági szempontból alakulásukat célszerű figyelemmel kísérni.

A meteorológus szakmai okok miatt is érdeklődik a jégeső iránt. Mindezekelőtt megfigyeléseket végez a minél pontosabb megismerés érdekében. Megfelelő mennyiségű információ felhalmozása fizikai-matematikai modell kidolgozását teszi lehetővé. A modell kettős, bizonyos mértékben összefüggő alkalmazásra nyújt lehetőséget: a jelenség előrejelzésére és megváltoztatására. Ez utóbbiakra vonatkozó koncepciók kidolgozását a technikai végrehajtás, majd az értékelés követi. Az értékelés természetesen visszahat az előző fázisokra és rámutat a módosítások, javítások szükségességére.

A komplex közelítésre elengedhetetlenül szükség van, mert a jégesőt létrehozó folyamatok (ennek következtében maga a jelenség is) rendkívül bonyolultak.

* A meteorológiai tudományos napokon, 1975. nov. 12-én elhangzott előadás.

A bonyolultság főleg abban rejlik, hogy e részben fizikai, részben statisztikai törvényszerűségek által meghatározott jelenségsorozat kb. 10^{-6} – 10^7 cm közötti, tehát 13 nagyságrendet átfogó méretskálán játszódik le, nem elhanyagolható kölcsönhatásokkal. Ehhez a megállapításhoz némi magyarázatot kell fűznünk.

A folyamat tulajdonképpen a vízgőz fázisváltásával kezdődik. A fázisváltás a környezeti feltételektől függően cseppek vagy jégkristályok keletkezését jelenti. A számtalan extenzív (pl. folyékony víztartalom) és intenzív (pl. nyomás) paraméter közül a kérdés megvilágítása érdekében hármat érdemes kiemelnünk. Ezek az új halmazállapot szempontjából döntő jelentőségű tényezők: a hőmérséklet, páratartalom és a rendelkezésre álló magvak mérete és anyagi minősége (a probléma részletesebb kifejtése *Mészáros, 1970., Wirth – Bónis, 1971. cikkben*). Itt a részecskék nagysága (kb. $0,01$ – $1,0$ μm között) jelzi a skála alsó három nagyságrendjét.

A kondenzációs magvakon képződő cseppek, vagy a jégképző magvak segítségével kialakuló kristályok diffúziós növekedésnek indulnak a környezeti páratartalom rovására. A diffúzió kis részecskéknél kezdetben igen hatékony folyamat, később azonban a növekedés lelassul. A $0,03$ – $0,05$ mm-es felhőelemek esési sebessége viszont már elég nagy ahhoz, hogy az egymással történő ütközések statisztikai valószínűsége biztosítsa a további növekedést. A felhőelemek csapadékelemekké történő növekedési folyamata (diffúzióval és ütközések útján [l. *Pedori, Prodi és Wirth, 1973.*]) újabb 3 – $3,5$ nagyságrendet jelent. A jég szem maga ($0,5$ – max. 10 cm-ig terjedő méretével) a skála közepén foglal helyet.

A 10 – 100 km-es nagyságrend a zivatarfelhő (vagy felhőrendszer) horizontális kiterjedésének feltételezett maximumát jelöli ki. Ezen belül lépnek fel mindazok a mozgások, amelyek a zivatarfelhő külső és belső cirkulációját alkotják, a mikroturbulenciáktól a közepes méretű örvényességi mezőkig.

A két utóbbi nagyságtartomány kitűnően tanulmányozható egy nálunk még újnak mondható, igen fontos kutatási eszközzel, a rádiolokátorral.

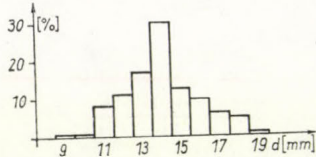
A mezo-, de különösen a mikrofizikai jelenségek egymástól független vizsgálata az elmúlt két évtizedben rendkívüli eredményeket hozott. Jelenleg a felhőfizika legmozgalmasabb területe viszont éppen a különböző léptékű folyamatok kölcsönhatásának tanulmányozása. A radar – többek között – erre is lehetőséget nyújt. A módszerek természetesen igen változatosak. Az alábbiakban egy példát mutatunk be a különböző típusú megfigyelésekből levonható következtetésekre, abban a reményben, hogy az a skálák összefüggését is demonstrálja.

A jég szemek nagyság szerinti eloszlása

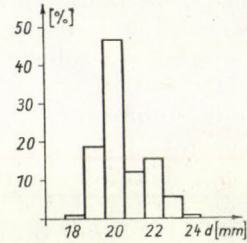
A vizsgálat kiindulópontja a talaj adott felületén meghatározott méreteloszlás. Ilyen relatív gyakorisági eloszlást mutatunk be az *I. ábrán*. Az eloszlás közelítőleg normális. Az alapadatok saját mérésekből származnak [lásd: *F. Prodi – E. Wirth, 1973.*].

Ebből – bizonyos egyszerűsítő feltételekkel – levezethető az eredeti, felhőn belüli nagyságeloszlás és jég szemkoncentráció. Az egyszerűsítő feltételek a következők: *a)* a talajon történő jég szem-mintavétel jellemző az egész populációra; *b)* a jégeső intenzitása állandó; *c)* a mintavétel közvetlenül a jégeső után történik (ellenkező esetben ugyanis a talajon történő olvadás hatását mennyiségileg is meg kellene becsülnünk).

A jég szemek a 0 fokos izoterma alatti esésük során olvadnak. Az olvadás csak bonyolult függvénykapcsolattal jellemezhető, amelyben dinamikai és termodinamikai tényezők is szerepelnek. A differenciálegyenlet megoldása ugyanakkor [Szulakvelidze, 1967., Bailey és Macklin, 1968.] jó összhangban van a laboratóriumi eredményekkel. Az egyenlet segítségével az olvadás (amely függ a 0 fokos izoterma magasságától) grafikusán minden méretosztályra meghatározható. Az így kapott — felhőn belüli — relatív nagyságeloszlás látható a 2. ábrán. Ez az előzőhöz képest kevésbé széles, kifejezettebb a modulusza, ennek ellenére jobban eltér a normális eloszlástól.



1. ábra. Jég szemek simított nagyságeloszlása a talajfelszínen. $N = 255$, módusz = 14 mm, szórás = 3,61



2. ábra. Jég szemek levezetett nagyságeloszlása a felhőben. Módusz = 20 mm, szórás = 3,16

A felületegységre hullott jég szemek száma: $N_t \approx 3 \cdot 10^4 \text{ m}^{-2}$, a jégeső időtartama fél óra volt. A koncentráció meghatározásához ismernünk kell a jég szemek V_t határsebességét a d átmérő függvényében. Ezt jó közelítéssel a $V_t = 2,8 \cdot d^{1/2}$ képlet adja meg [Weickmann, 1964]. A számításnál — a jelentéktelen hiba miatt — elhanyagoltuk az ellenállástényező változását a magassággal. Az olvadás szintén sebességváltozást okoz, amit első közelítésben azzal küszöböltünk ki, hogy a talajon megfigyelt és a felhőre visszavezetett méretek számtani középértékével számoltunk. Ezek után már könnyen számítható a tömegkoncentráció a felhő „akkumulációs zónájában”. Szulakvelidze (1967) elmélete szerint ez az a felhőtér fogat, ahol a jég szemek fő növekedése lejátszódik (Az eredmények az I. táblázatban, ill. a 3. ábrán láthatók).

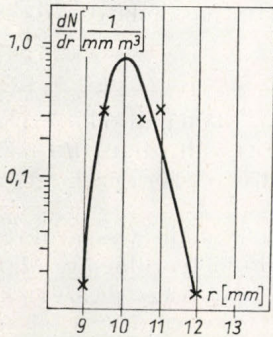
I. TÁBLÁZAT

A zivatarfelhő akkumulációs zónájának jellemzői: n = jég szemek száma, W_i = tömegkoncentráció vagy abszolút jégtartalom, R_j = relatív jégtartalom

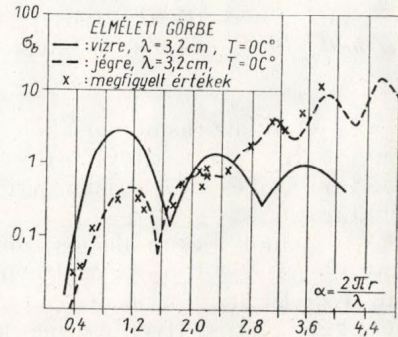
Jellemzők	jég szemek átmérője (d) [mm]							Σ
	18	19	20	21	22	23	24	
n [m ⁻³]	0,0144	0,3160	0,7748	0,1921	0,2363	0,0760	0,0124	1,6220
W_i [g/m ³]	0,035	0,910	2,586	0,746	1,064	0,387	0,068	5,796
R_j [%]	0,5	16,0	44,3	13,0	18,2	7,0	1,0	100,0

Az egyes méretekre vonatkozó relatív jégtartalom-értékek segítségével megbecsülhető, melyik nagyságtartomány járul hozzá leginkább a felhőn belüli — és a talajra később lejutó — fagyott vízmennyiséghez. Esetünkben pl. a teljes jégtartalomnak mintegy 90%-át a 19–22 mm közötti átmérőjű jég szemek hordozzák; a legnagyobb és legkisebb jég darabok viszont az összes tömegnek csak 1,5%-át teszik ki.

Az ilyen „mikroléptékű” megfigyelések és számítások segítségével további következtetéseket vonhatunk le a zivatarfelhők dinamikai viszonyaira, a víztartalom valószínű eloszlására és egyéb tényezőkre is. Ennek ellenére az adatok száma meglepően kevés. A magyarországi észlelőhálózat feldolgozott adatai (1958–68 közötti időszakra) [Bálint és Wirth, 1970] ugyan lehetővé teszik a közelítő éghajlati feltérképezést, de részletes tanulmányokra két ok miatt nem alkalmasak. Az egyik a ritka észlelőhálózat, a másik az észlelések pontatlansága, amely utóbbi, részben a csupán általános célokat kitűző megfigyelési utasításnak a következménye. Ezért 1976-ban részben önkéntes megfigyelő



3. ábra. Jégszemek felhőn belüli koncentrációja és nagyságeloszlása



4. ábra. Száraz és nedves jégszemek normalizált szórási keresztmetszete

hálózatot, részben jégeső-indikátor hálózatot szervezünk, ill. telepítünk Dél-Baranyában, kb. 1500 km² nagyságú területen. A statisztikai felmérések a jégszemek talajon mért (és felhőre visszavezetett) nagyságeloszlásának és koncentrációjának változékonysága miatt nélkülözhetetlen. Ugyanilyen jellegű adatgyűjtésre van szükség a mezoléptékű, pl. a rádiólokációs vizsgálatokkal való összehasonlítás céljára is. A kapott információk ui. (elvi okok miatt) szintén csak sztochasztikus kapcsolatok kimutatására használhatók fel. Vizsgáljuk meg ezt a kérdést kissé közelebbről.

Jégzivatarok radar-vizsgálata

A radarelmélet ismert alapegyenlete összefüggést állapít meg a csapadék-elemek által a radar irányában visszavert és felfogott energia (P_r), valamint a szóró részecskék száma és mérete (n_i , ill. D_i) között. Összevont alakban:

$$P_r = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot a \cdot A}{R^2} \sum_i n_i \cdot D_i^6 \quad (1)$$

ahol C_1 : a radar paramétereire jellemző mennyiség, C_2 : a visszaverő részecskék dielektromos tulajdonságaira jellemző állandó, a : tapasztalati konstans, A : a sugárzás elnyelődésének mértéke (≈ 1), R : a részecskék (csapadékelemek) távolsága a berendezéstől, D : azok átmérője, n_i : a D_i -ik méretosztályban levő cseppek száma.

Adott műszer és meghatározott távolságban levő csapadékelemek (eső-cseppek) esetén (elhanyagolva az elnyelődést), a beérkező jel erőssége az összegzési jel után álló kifejezéssel arányos, amit radar-reflektivitási tényezőnek (Z) nevezünk:

$$Z = \sum n_i \cdot D_i^6 \quad (2)$$

A felhő ún. folyékony víztartalma (w) ugyanakkor

$$w = \frac{\pi}{6} \rho \sum_i n_i \cdot D_i^3 \text{ gm}^{-3} \quad (3)$$

formában írható fel (ρ a víz sűrűsége). Ebből következik, hogy kapcsolat van a radar-reflektivitás és az I csapadékintenzitás között. Az összefüggés azonban nem egyértelmű, mert azonos intenzitású csapadékhoz is különböző reflektivitások tartozhatnak a cseppspektrumtól függően. Ebből következik, hogy a kapcsolatot empirikusan kell kideríteni a különböző típusú (záporos, stratus-jellegű stb.) cseppméret-eloszlások figyelembevételével [Mészáros–Wirth, 1960.; Mészáros–Wirth, 1961.] A leggyakrabban használatos összefüggés [Marshall–Palmer, 1968.] a következő:

$$Z = 200 \cdot I^{1,6} \quad (4)$$

ahol az I esőintenzitás (a mérsékelt övön belül) 0,15–35,0 mm/ó között, a szorzótényező 31–520, a kitevő pedig 1,25–2,29 között változhat [Mason, 1971] az eső típusától és a földrajzi helytől függően: ezért is célszerű ezeket egyedileg meghatározni.

A Cb-felhők akkumulációs zónája általában maximális visszatükröződést mutat a legelterjedtebb, 3,2–16 cm között működő meteorológiai radarok ernyőin. Ez jelzi, hogy a magas víztartalom nagy cseppek vagy jégszemek jelenlétével kapcsolatos. Ilyen esetben a szóródást és visszaverődést a felszín és a rezonancia bonyolult hatásai miatt már csak a teljes Mie-elmélettel, számítógép segítségével lehet meghatározni. Ekkor célszerű bevezetni az ún. „equivalens reflektivitást”, Z_e -t, ami azokra a kisebb cseppekre vonatkozik, amelyek „szórási keresztmetszete” (σ) megfelelne a radarernyőn mért visszhangnak:

$$Z_e = \frac{10^6}{\pi^5} \cdot \frac{\lambda^4}{K^2} \cdot \sum_i n_i \cdot \sigma \text{ [mm}^6 \text{ m}^{-3}] \quad (5)$$

ahol n : a részecskék száma m^3 -ként, σ : a Mie-keresztmetszet cm^2 -ben, és λ : a hullámhossz cm -ben, K : a dielektromos állandó 3,2 cm -es radarnál:

$$Z_e = 3,68 \cdot 10^5 \sum_i n_i \cdot \sigma \text{ mm}^6 \cdot \text{m}^{-3} \quad (6)$$

Ha a σ -t elosztjuk a gömbalakúnak feltételezett részecskék keresztmetszetével megkapjuk a „normalizált szórási keresztmetszetet”:

$$\sigma_b = \frac{\sigma}{\pi \cdot r^2} \quad (7)$$

amelynek számított értékei [Gerhardt és mások, 1961.] a 4. ábrán láthatók. A független változó az $\alpha = 2\pi r/\lambda$ paraméter, mivel az elmélet szerint σ_b arányos a kerület és hullámhossz hányadosával, és σ révén az anyagi minőségtől függő komplex refrakciós index-szel.

Látható, hogy egyrészt: a jégszemek visszaverő képessége nagyobb az ugyanolyan méretű vízcseppeknél, ha $\alpha > 2,5$ (ami éppen ellentétes a kis cseppek és jégszemek esetével), másrészt: különböző átmérőjű részecskék normalizált szórási keresztmetszete azonos lehet. Ugyanakkor jelentősen eltérő eloszlások a zivatarfelhő gyökeresen különböző fizikai-dinamikai jellemzőivel járnak együtt, ami másféle megkülönböztetést tesz szükségessé a zivatarfelhőből viszszaérkező jelintenzitás értelmezésére.

Az elmondottak lehetővé teszik, hogy a jégszemek levezetett spektrumának ismeretében meghatározzuk azt az equivalens reflektivitást, amit a bemu-

tatott esetben a 3,2 cm-es lokátorral mérnünk kellett volna. Ezt az értéket pedig összehasonlíthatjuk a ténylegesen kapott visszhang-intenzitással.

Az eredmények kombinálása

A számítások menete röviden a következő: A felhőre levezetett nagyság-eloszlásból minden méret σ_b -jét meghatározzuk az elméleti görbe alapján. Ezután kiszámítjuk a Mie-féle szórási keresztmetszetet, ami a térfogati koncentrációkkal szorozva és összegezve megadja a Z_e -ben szereplő ismeretlen tényezőket. Felhasználva még a relatív jégtartalom-értékeket, megkaphatjuk az összehasonlítás alapját képező, 1 g m^{-3} -hez tartozó $\log Z = 5,28$ értékeket, ami $Z = 10^6$ -reflektivitással számolva $5,24 \text{ g m}^{-3}$ abszolút jégtartalmat ad. Ez igen jól közelíti a korábban kapott $5,796 \text{ g m}^{-3}$ -t. A számítások részeredményeit a II. táblázatban foglaltuk össze.

II. TÁBLÁZAT

Gömb alakú jégszemek visszaverő-képessége és a relatív és abszolút jégtartalmak méretosztályok szerint

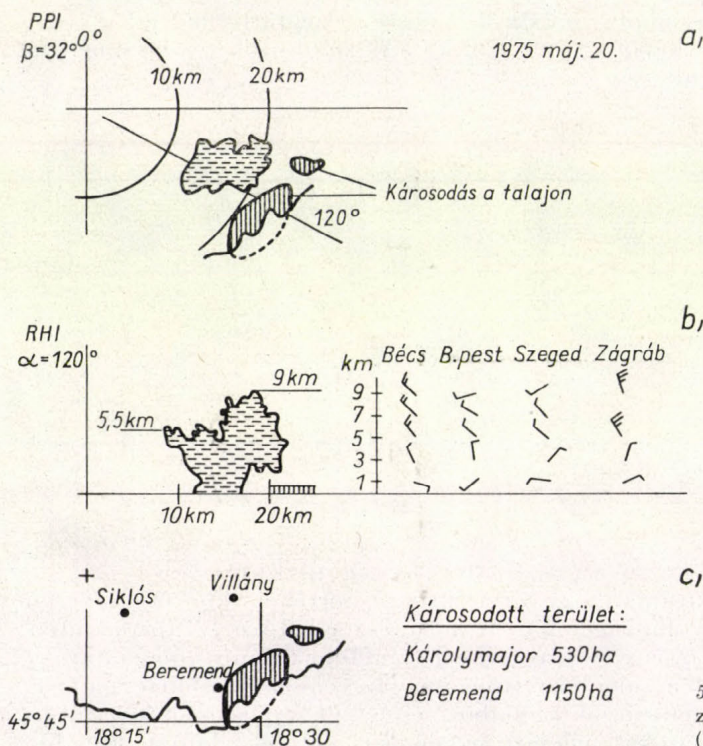
d [mm]	n [m^{-3}]	α	σ	$n \cdot \sigma$	Rel. jégt. [%]	N [m^{-3}] [w = 1 gm^{-3}]	$N\sigma$
18	0,0144	1,77	1,32	0,0190	0,5	0,0018	0,0024
19	0,3160	1,87	1,73	0,5467	16,0	0,0480	0,0830
20	0,7748	1,96	2,04	1,5806	44,3	0,1152	0,2350
21	0,1921	2,06	2,42	0,4649	13,0	0,0286	0,0692
22	0,2363	2,16	2,58	0,6097	18,2	0,0364	0,0939
23	0,0760	2,26	2,57	0,1953	7,0	0,0119	0,0306
24	0,0116	2,36	2,71	0,0314	1,0	0,0015	0,0041
Σ	1,6220	—	—	3,4476	100,0	—	0,5182

Az eddigiekből is kitűnik, hogy a reflektivitási értékek közvetlen mérése — a szórási görbék bonyolultsága miatt — nem teszi lehetővé a csapadékin-tenzitás, ill. a felhőben levő nagyobb részecskék méretének pontos meghatározását. A megoldást inkább a különböző típusú megfigyelések kombinációja ígéri, például: a felhőn belüli eloszlások különböző eseteinek, típusainak levezetése; szétválogatásuk a zivatarokra jellemző egyéb paraméterek alapján, továbbá összehasonlításuk a mért Z -értékekkel. Ilyen paraméterek lehetnek: az echo felső határának magassága, a maximális visszatükröződés magassága, a 0 fokos izoterm szintje stb. Ezeket a zivatarokra jellemző és a talajra kihulló jégesővel összefüggő adatokat meg kell határoznunk az egyes földrajzi-éghajlati körzetekre: így értékelni tudjuk relatív fontosságukat, ami adott esetben az előrejelzések gyorsaságát, egyben pontosságát növelheti.

A jégszemek felhőn belüli koncentrációját másképpen is megbecsülhetjük. Kijelölhetjük pl. azt a felhőtérfogatot, amely a legerősebb visszatükröződést adja. A talajmintákból és a jégeső időtartamából a jégszemeket „újra eloszthatjuk” az így kapott térfogatban (amihez stacionárius viszonyokat kell feltételeznünk). Kellő adatmennyiség birtokában „izoreflektivitási” felületeket jelölhetünk meg, amelyek a jégszemeket — vagy azok növekedési zónáit — magukban foglalják. Így új paraméteret találhatunk a jégszemélyes zónák „ultrarövid” előrejelzésére, amit természetesen főképp a módosítási kísérletekben hasznosíthatunk.

Mikrofizikai-dinamikai kölcsönhatások

A 3. ábrán bemutatott, felhőn belüli nagyságeloszlás igen szűk. Ez a zivatarfelhő cirkulációjának „rendezettségére” mutat, sőt a stabilis dinamikai viszonyok mikrofizikai jellemzőjeként is értelmezhető. A valóságban a spektrum nyilván folytonos a felhőben: vagyis a graupelek, vagy jégkristály-agglomerátumokig minden méret megtalálható (oly módon, hogy a kisebb jégembriók száma egyre növekszik); de ezek vagy egyáltalán nem, vagy – olvadás után – mint esőcseppek jutnak le a talajra. Valamely adott nagyságeloszlás ui. meg-

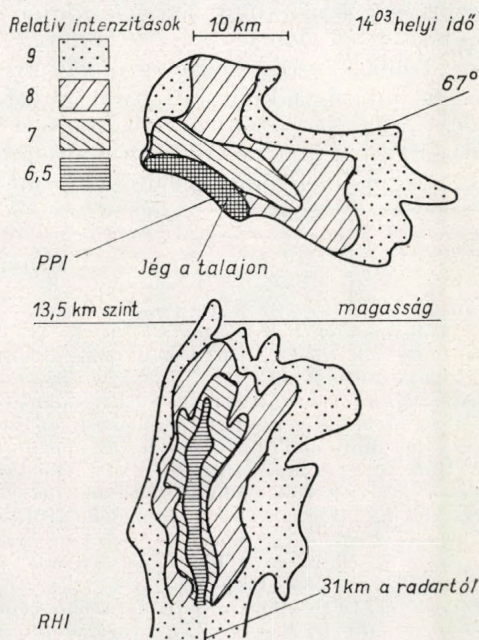


5. ábra. Zivatarfelhő horizontális (PPI) és vertikális (RHI) metszete, $\lambda = 3,2$ cm

határozott és nem ismert dinamikai-mikrofizikai feltételek kombinációját tételezi fel; olyat, amely éppen azt a spektrumot hozza létre. Pl. egy kvázistacionárius feláramlás [Browning és mások, 1963.] „szétválogatja” a jégzemeket és csak néhánynak teszi lehetővé, hogy nagyra növekedjék: éppen azoknak, amelyek esési sebessége egész növekedésük során ugyanakkora, mint a feláramlás sebessége. Mivel ennek valószínűsége csekély, az igen nagy jégzemek kis koncentrációja aránylag könnyen magyarázható. Ugyanebben az irányban hat a felhőben levő természetes jégképző magvak ritkasága is, ami egyben a folyamat mesterséges megzavarásának potenciális lehetőségét jelenti. A zivatarfelhő 0 fokos szint feletti tartománya ui. túlűlt, kolloidálisan instabil állapotban van. (Ez a megállapítás a felhő fejlődésének „érett” szakaszáig jó közelítéssel igaz.) Ennek az instabilitásnak a kihasználásával csekély energiabefektetéssel nagy változások indukálhatók.

Tegyük fel pl., hogy a zivatarfelhő akkumulációs zónájában a $w = 10 \text{ g m}^{-3}$

víz-tartalom $2,0 \cdot 10^{-2}$ cm nagyságú cseppek formájában van jelen. 1 g ólom-jodidból -10 C°-nál minimálisan 10^{12} db jégképző részecske állítható elő. Mivel a jégesőelhárítási kísérletekre használt „OBLAKO” típusú rakéta kb. 3000 g hatóanyagot diszpergál, ez elvileg valamivel több, mint 1 km^3 felhős levegő átalakítását jelenti. A felszabaduló latens hő 10^{12} cal nagyságrendű, ke-reken 1 millió kWó, ami azonos nagyságrendű lehet a Cb teljes kinetikus energiájával. Az időjárás-módosítási kísérletek egyik koncepciója éppen ettől az energiától reméli a cirkulációs viszonyok kedvező irányba történő megváltoztatását. Itt természetesen azonnal felvetődik a megfelelő „dózis” – jégkrisztály-koncentráció – problémája, ezzel azonban nem foglalkozhatunk.



6. ábra. Zivatarfelhő horizontális (PPI) és vertikális (RHI) metszete, $\lambda = 3,2$ cm, 14,03 helyi idő [Prodi – Wirth 1973]

Az eredmények értékelése

A bemutatott példákkal érzékeltetni kívántuk azt az előnyt, ami különböző típusú megfigyelések kombinációjából származhat a jelenségek magyarázatára, vagy elvi nehézségek megkerülésére. Ismét hangsúlyoznunk kell, hogy e módszerek igazi használhatóságát csak statisztikai összehasonlítással lehet megítélni. Ehhez – többek között – a jég szemek nagyságeloszlására vonatkozó számos megfigyelés és a zivatarfelhők jégképző gócainak radarral történő feltérképezése elengedhetetlen. A munkát ki kell egészíteni azoknak az összefüggéseknek a feltárásával, amelyek a jégeső képződése és a földrajzi-éghajlati sajátosságok között fennállnak.

E vizsgálatoktól azt várjuk, hogy a jégesőképződés folyamataira – az általános szinoptikai helyzet és az energetikai viszonyok ismeretében – közvetlenül a radarmegfigyelésekből következtethessünk. Példaként szolgál erre az 5. és 6. ábra. Az 5. ábra hazai mérések alapján készült. Az a) részben azt látjuk, hogy a radartól 15–20 km-re felfedezett zivatargóccok a talajon hol okoztak

jégesőt. A jégesővel sújtott területet az Állami Biztosító adatai alapján határoztuk meg. A *b*) részben a zivatarfelhő vertikális metszete látható 120 fokos oldalszögnél és a 00 GMT-kor észlelt magassági széladatok négy környező rádiószondázó állomásról. A *c*) részben pedig sematikus helyszínrajzon a károsodott területet mutatjuk be. A vízszintes (PPI) és a függőleges (RHI) metszetek a zivatarról készült fényképsorozat alapján rajzolhatók meg, a csapadékzóna háromdimenziós képének időbeli változása pedig a megfigyelések összegezésével rekonstruálható. Megjegyezzük, hogy az 5. ábrán bemutatott zivatarhelyzet idején (1975. május 20-án) a fényképezés még 0 dB-es csillapításnál történt, mégis a talajon mutatkozó jégfolt egybeesése a 9 km fölé nyúló legnagyobb cellával nyilvánvaló. Méginkább meggyőző ez a trissinói (*Prodi, Wirth, 1973.*) zivatar esetében, amikor a relatív intenzitások szerint feltérképezett gócc maximuma és a talajon megfigyelt jégfolt, szinte tökéletesen egybeesett (6. ábra).

Többek között ezek azok a megfigyelések, amelyek segítségével egyéb, közvetett információkhoz juthatunk a zivatarfelhők belső szerkezetét, víztartalmát, áramlási viszonyait stb. illetően. Reméljük, hogy az ilyen és hasonló vizsgálatok a Magyarországon már eddig is folytatott mezoléptékű zivatarkutatások eredményeihez jelentős, új ismeretekkel járulnak hozzá.

IRODALOM

- Bailey, I. H. – Macklin, W. C.*, 1968: The surface configuration and internal structure of artificial hailstones. *Q. J. Roy. Met. Soc.* 94. 1.
- Bálint Gy. – Wirth E.*, 1970: Jégesők Magyarországon és a jégeső-elhárítás lehetőségei. *Kertgazdaság*. 1970. 3. 49–67.
- Browning, K. A et al.*, 1963: The density and structure of hailstones. *Q. J. R. Met. Soc.* 89–75.
- Gerhardt, J. R. et al.*, 1961: Experimental determinations of the back-scattering cross-sections of water drops and of wet and dry ice spheres at 3.2 cm. *J. Met.* 18. 340.
- Marshall, J. S. – Palmer, W. Mck.*, 1948: The distribution of raindrops with size. *J. Met.* 5. 165.
- Mason, B. J.*, 1971: The physics of clouds. Clarendon Press, Oxford. p. 671.
- Mészáros E. – Wirth E.*, 1960: Rétegfelhőkből hulló esők cseppjeinek spektrális eloszlása. *Időjárás*, 2. 82–87. (Francia nyelven).
- Mészáros E. – Wirth E.*, 1961: Gömolyfelhőkből hulló esők cseppjeinek spektrális eloszlása. *Időjárás*, 2. 80–85. (Francia nyelven).
- Mészáros E.*, 1970: A légköri vízgőz kondenzációja. *Fizikai Szemle*, 1970. 20. 7. 1–6.
- Pedori, F. – Prodi, F. – Wirth, E.*, 1973: Captures of Droplets by Simulated Hexagonal Plates; Preliminary Results, *Rivista Italiana di Geofisica*, 22. N° 3–4.
- F. Prodi – E. Wirth*, 1973: Mesoscale and Microphysical Investigation of an Isolated Hailstorm, *Rivista Italiana di Geofisica*, 22. 165–184.
- Szulakvelidze, G. K.*, 1967: Livnyevüje oszadki i grad. *Gidrometizdat*, Leningrad.
- Weickmann, H.* 1964: The language of hailstorms. *Nubila*, VI. I. 7–51.
- Wirth E. – Bónis K.*, 1971: A légköri jégkristályok keletkezése. *Fizikai Szemle*. 21. 5. 136–142.

On Asiatic Monsoon

VU BOI KIEM, *Meteorological Service of the Democratic Republic of Vietnam, Hanoi*

Az ázsiai monszunról. A szerző megvizsgálja a monszunok, s különösen az ázsiai monszun eredetére vonatkozó különböző elméleteket. E vizsgálat során és az ázsiai légkörzés adatai alapján a szerző kialakítja saját nézetét az ázsiai monszun keletkezéséről. Szerinte a monszun képződése valójában termikus okokra vezethető vissza, bár a monszun az általános légkörzés egyik láncszeme. A meleggóc megjelenése nyáron a Tibeti-fennsík fölött az anti-*Hadley*-cella képződésére vezet; ez a nyári monszun fennmaradásának mechanizmusa. A hideggóc kialakulása télen viszont megerősíti és dél felé tolja a *Hadley*-cellát. Ez a magyarázata annak, hogy a szubtrópusi nyugati jet-stream és a téli monszun ebben a régióban olyan alacsony szélességekig hatol, mint sehol máshol az északi féltekén. A szerző fölveti a monszun-kutatás néhány tisztázatlan kérdését is, amelyeknek megoldása hozzájárul majd az időjárás előrejelzésének tökéletesítéséhez Ázsia monszunális vidékein, különösen a trópusokon. A tanulmány a témáról alapos irodalmi áttekintést nyújt, amelyben ötvennél több közleményre utal. Ez az európai olvasók számára azért is értékes, mert számos, egyébként nehezen hozzáférhető kínai és vietnami nyelven megjelent forrásmunkát is tartalmaz.

*

Sur la mousson asiatique. L'auteur a fait un revision des diverses théories concernant l'origine de la formation de la mousson, notamment de la mousson asiatique. En analysant successivement ces théories et en se basant sur les données de la circulation atmosphérique en Asie, l'auteur a élaboré son propre point de vue sur la formation de la mousson asiatique, selon lequel la formation de la mousson est réellement d'origine thermique bien que la mousson soit un maillon de la circulation générale de l'atmosphère. L'apparition du foyer chaud en été au dessus du plateau du Tibet a conduit à la formation de la cellule anti-*Hadley* qui est le mécanisme du maintien de la mousson d'été, tandis que la formation du foyer froid en hiver a intensifié la cellule *Hadley*, poussant celle-ci vers le sud; ceci explique la migration de la bande du courant-jet d'Ouest subtropical et l'intrusion de la mousson d'hiver aux latitudes les plus basses par rapport à n'importe quelle région de l'hémisphère nord. L'auteur a soulevé aussi des problèmes en suspens dans l'étude de la mousson, dont la resolution contribuera à l'amélioration de la prévision du temps des régions moussonnales de l'Asie, particulièrement des régions tropicales. L'auteur donne une revue approfondie de la littérature sur ce thème, en se référant à plus que 50 publications. C'est intéressant pour les lecteurs européens à plus fort réson, que la revue s'étend sur un nombre de sources publiées en langues chinoise et vietnamaise d'ailleurs difficilement accessibles.

*

Об Азиатских муссонах. Анализируются различные теории происхождения муссонов, в частности, Азиатских. При этом основываясь на данных о циркуляции атмосферы в Азии, автор излагает свое мнение о происхождении Азиатских муссонов, согласно которому их возникновение обусловлено термическими причинами, хотя и представляют собой одно из звеньев общей циркуляции атмосферы. Летом появление источника тепла над Тибетским нагорьем приводит к образованию анти-ячейки *Гадлея*: этот механизм создает и поддерживает летний муссон. Зимой возникновение стока тепла усиливает ячейку *Гадлея* и отодвигает ее к югу. Этим и объясняется, что в этом регионе западное субтропическое струйное течение и зимние муссоны распространяются до столь низких широт, как нигде еще в северном полушарии. Автором рассматриваются и другие невыясненные до сих пор вопросы, относящиеся к муссонам, решение которых должно способствовать усовершенствованию предсказания погоды в муссонных районах Азии, в частности в тропиках. В работе дается обзор литературы по данной теме, с ссылкой на больше чем 50 публикаций. Для европейских читателей это тем более интересно, что обзор охватывает также ряд иначе трудно доступных работ, опубликованных на китайском и вьетнамском языках.

1. General survey

The monsoon is the outstanding feature of the atmospheric circulation over the asiatic continent. It is the determining factor which formulates the climate and the weather over this part of our planet. For many generations, man has been adapted to this monsoonal feature of the climate and has made use of it in life and production, especially in agriculture. From the famous paper of *Halley* [19] on the explanation of the monsoon to this time, through nearly three centuries, the cause of the formation of the monsoon is still not satisfyingly cleared. It is clear that any concept may be revised and renovated with the time on the basis of new facts, naturally the problem of the monsoon cannot be an exception.

Perhaps, there is no part of the earth, where the monsoonal factor distinctly affects on the nature, the landschaft, the climate and the human life as in asiatic land, so we are not surprising that the monsoon firstly was studied by geographical climatologists. *Halley* (1686) the soonest conceived the monsoon as the direct cell due to the contrast of the thermal effect between land and sea. *Halley's* conception is considered as the classical one, afterwards many investigators pursued their studies on this line. Among them, we may cite *Voeikow A. I.* (1879) [51], who first elaborated a concise definition of the monsoon and considered the monsoon as a phenomenon resulted from the difference of the thermal effect between land and sea, and connected it with the seasonal variation of clouds and precipitations.

During the pre-war time, most of the works on monsoon were undertaken in the spirit of *Halley-Voeikow*. This period was marked by the works of *Hann* [20] and *Conrad* [12], who by the contrast of the prevailing wind frequency of January and July defined the so-called "monsoon index" for the purpose of quantitative evaluation of the monsoon effect. Some of the investigators as *Chu Co-ching* [8], *Tu Chang-wang* [45] and *Alisow* [1] by using the positions of surface fronts and activity — frequencies of air — masses determined the different zones of monsoon. *Tu Chang-wang* and *Huang Shi-tsung* [46] by using the variation of the 5-day mean wet-bulb potential temperature determined the date of advance and retreat of the summer monsoon over China. *Lu-A* [27] made a description of the activities of the monsoon over China and its effects on the climate and the weather. After all during this time the investigations on monsoon were restricted within the domain of climatology i.e. the monsoon was considered as the result of the distribution of land and sea, the main stress was concentrated on the elaboration of the different monsoon indexes to describe or to compare the monsoonal phenomenon of the different parts of the world.

After the second war the interest in the monsoon problem was revived, this was due mainly to the compilation of more meteorological data both on the surface and in the upper-air. An outstanding tendency during this time was the revision of the classical explanation on the cause of the formation of the monsoon. *Chromow* [6] and *Flohn* [16] nearly at the same time stated that the seasonal migration of the planetary wind belts is the primary cause of the formation of the monsoon, the distribution of land and sea affects only to a certain degree the monsoonal phenomenon. From that time to now a days the cause of the formation of the monsoon has attracted the attention of many meteorologists. In this discussion the various standpoints, almost opposed, alternatively exist. *Sorochan* [37 — 40] in her studies on the monsoonal pheno-

menon in the Far-East of USSR again confirmed the correctness of *Voeikow's* conception, she stressed on the role of the thermal effect of the land — sea distribution in the formation of the monsoon. The Chinese meteorologists, *Kao Yu-hsi* and his collaborators [22 — 24] considered that the formation of the monsoon in East Asia is a most direct and fundamental result of the difference of the thermal effect between the land and the sea, the seasonal migration of the planetary wind belts although affects on the monsoon but must not be the primary cause of its formation, because the monsoonal area in East Asia is very large, it ranges from the north to the south over nearly 49° of latitudes. As for the orographical condition, it can only modify the local characteristics of the monsoon and therefore may not be considered as a determining factor in the formation of the monsoon. Studying the monsoon of South-Asia, *Vitvitzki* [47, 48] has stated that the difference in thermal effect of the land and the sea may not be the primary factor in the formation of the monsoon in South-Asia; here the monsoon results from the co-action of such factors as the planetary wind belts formed by the thermal difference between the pole and the equator, the orographical conditions of the Asiatic continent, the difference in thermal effect between the land and the sea.

Earlier, following the classical line on the theory of monsoon, in which the land — sea distribution was regarded as primary cause, one determined the establishment and the retreat of the monsoon by means of the seasonal variation of the rainfall and clouds [4, 34, 9], the replacement of air-masses and pressure-patterns [42, 46]. These works had well reflected the predominant idea of the Norwegian school in synoptic meteorology at that time and had been useful for determining the date of the onset and retreat of the monsoon. From the late years of the forties of our century have appeared many works relating the monsoonal phenomenon to the general circulation of the atmosphere, the monsoon is considered not as one isolated phenomenon with contrast of weather characteristics (wind direction and rainfall), but as a link in the general circulation of the atmosphere. These works have made clear the connection between the onset of the monsoon and the rearrangement of the general circulation, and have settled some major synoptic situations in the monsoonal areas. It is a step forwards to understand the nature of the monsoon and to conceive the features of the monsoonal circulation systems in comparison with those of middle latitudes and those of the trade wind areas. Among these works, first we may cite *Yin's* [56], in which he has connected the burst of the southwest monsoon of India with the abrupt disappearance of the subtropical westerly jet-stream over India and the displacement to the west of the Bengal trough. *Sutcliffe* and *Bannon* [43] has pointed out the synchronism between the seasonal variation of the planetary circulation and the burst of the southwest monsoon of India in the beginning of June. Afterwards, the works of *Yeh, Dao* and others [52, 53, 54, 11, 14, 15] have discussed on the abrupt changes of the general circulation of the atmosphere in the early June and the mid — October and have revealed the interrelation of these changes with the onset and the retreat of the monsoon over East Asia. *Hsü Shu-ying* [21] has related the different stages of the advance and the retreat of the summer and the winter monsoon over China with the seasonal changes of the westerly air-flow. The investigations on the relations between the monsoon and the atmospheric circulation have been extended in many works [33, 17, 18, 25, 55, 44, 7, 13], in which many have elaborated circulation patterns of the different stages of the monsoon season [33, 44, 13], others have accounted for the role of the general atmospheric cir-

ulation in the maintenance of the monsoon from different stand-points [17, 18, 25, 55, 13].

The achievements in the study of the monsoon in the recent decades have marked a new advance in this domain. The monsoon, a phenomenon formerly described climatologically and explained by a simpler breeze model, gradually is studied in its very nature and in connection with the background of the general atmospheric circulation on which it is formed and is studied not only in its mean state by the so-called "monsoon index", but also in its whole process of development as the advance and the retreat of the monsoon, the "active" and "break" monsoon, the different synoptic processes during the monsoon period and so on. Quite so the recent achievements in the study of the monsoon have provided us a multiform and copious understanding about it. The monsoon, as a living entity on the background of the general atmospheric circulation, being investigated with its various processes of evolution, in fact has become not only the object of study in climatology but also in synoptic meteorology. The revelation of the different synoptic processes in the monsoon area, especially in the tropics, has greatly contributed to the improvement of the weather forecasting in this area; there we cannot directly manipulate the knowledges of the higher latitudes and the trade-wind areas. These achievements have been surveyed in the well known monograph of *Ramage* [35].

Indeed, it is by no means that all the problems of the monsoon have been definitively resolved, in the following we shall discuss on the nature of the formation of the monsoon and some suspended problems related with it.

II. The nature of the formation of the monsoon

The discussion on the nature of the formation of the monsoon, arised from the beginning of the fifties till now, has really been a pulsation stirring the stagnancy in monsoon study for many years. In this interesting discussion we have recorded various ideas and stand-points, which can be classified in three main groups:

1. The first group has considered the monsoon as the result of the seasonal migration of the planetary wind-belts. This group is mainly represented by *Chromow* [5, 6, 7] and *Flohn* [16, 17, 18].

2. The second one has recognized that the formation of the monsoon is due to the difference of the thermal effect between the land and the sea. This monsoon theory has been displayed in series of works of *Sorochan* [37, 38, 39, 40].

3. The last one has regarded the formation of the monsoon as a result of the conjoint action of the land – sea distribution, the planetary circulation, and the orographical conditions, therefore when analysing the cause of the formation of the monsoon, we must take into account the concrete conditions of the region in question [22, 23, 47, 29, 30, 31].

Is the monsoon a result of the seasonal migration of the planetary wind-belts? If the stress was placed on the migration of the planetary wind-belts we should encounter series of paradoxes. In fact, from the map of the repartition of the monsoon areas over the earth made by *Chromow* [5], although we can point out the zonally feature of the distribution, nevertheless the monsoon areas are concentrated in southern and eastern Asia, as for the southern hemisphere and the American continent the monsoon areas appear to be scattered, this shows the important role of the land – sea distribution in the formation of the monsoon in the northern hemisphere. It is noticeable that for the mon-

soon over the East-Asia (China and Far-East of USSR) the investigators do not accept the atmospheric circulation as the primary factor in the formation of the monsoon over this area. *Kao Yu-shi et al.* [22, 23, 24] pointed out that the distribution of the sea level pressure over East-Asia does not reveal any trace of the seasonal migration of the planetary wind-belts, the thermal difference between the land and the sea has broken down the repartition of the planetary wind-belts, therefore the seasonal shift of the planetary wind-belts cannot be considered as a genesis factor in the formation of the monsoon in this area. There, the thermal difference produced by the land-sea distribution is very high, on the one hand this leads to the formation of the monsoonal pressure fields at the lower troposphere, and on the other breaks down the normal distribution of the planetary wind-belts at the surface, therefore the difference of the thermal effect between the land and the sea may be considered as the primary factor in the formation of the monsoon in East-Asia. *Sorochan* [41], in her recent paper, although considering the asiatic monsoon as an entire circulation system participating to the general atmospheric circulation of the earth, persists in her view that this macro-scale flow is essentially formed by the thermal contrast between the land and the sea.

If the seasonal migration of the planetary wind-belts was considered as the primary cause of the formation of the monsoon, this should be only the case of the monsoon in India and southeastern Asia [41, 23, 7, 17, 28]. Nevertheless, the explanation of the formation of the monsoon in these areas by the shift of the planetary wind-belts is not quite proper, one still cannot explain why the northward shift of the ICZ (Inter-tropical convergence zone) in these areas is so norther than in any other localities of the Earth [36].

The hypothesis considering the monsoon as a breeze phenomenon produced by the periodical heating of the land-sea system also strikes on obstacles. With this hypothesis, it is difficult to explain the deepness of the southwest monsoon over India, in fact, the average height of the monsoon layer attains 5–6 km, sometimes more.

Naturally, the monsoon phenomenon has various forms of appearance at various localities, somewhere the change in wind direction is in accordance with the seasonal shift of the planetary wind-belts, elsewhere the planetary wind-belts are completely broken down by the monsoon system. Nevertheless, if we consider the monsoon as the result of the complex action of those factors as the planetary circulation, the thermal effect, the distribution of the land and the sea, according to concrete local conditions somewhere one among these three factors may have more outstanding appearance, thus and so we still cannot reveal the true nature of the monsoon. The question "What is the nature of the monsoon?" at present is still not answered in a satisfactory manner, as well as in many problems of the tropical meteorology we are always approaching to the substantial understanding.

Till now the only matter which is consistently approved is that the monsoon is a link of the earth atmospheric circulation, its advance and retreat are connected with the rearrangement of the earth atmospheric circulation. In [56] *Yin* has revealed the connection of the burst of the Indian southwest monsoon with the abrupt disappearance of the southern branch of the jet-stream over southern Asia and the rearrangement of the planetary waves over the northern hemisphere. Thereafter in [53, 14, 3, 55] one has established the interrelation between the appearance of the "Maiyu" in China, the "Baiyu" in Japan and the burst of the indian southwest monsoon, the disappearance of the subtropical

jet-stream, the rearrangement of the major troughs and ridges over the northern hemisphere. The above mentioned results have proved the synchronism of the onset of the monsoon in India, China and Japan, and the close connection of the onset of the monsoon with the seasonal change of the atmospheric circulation over the northern hemisphere.

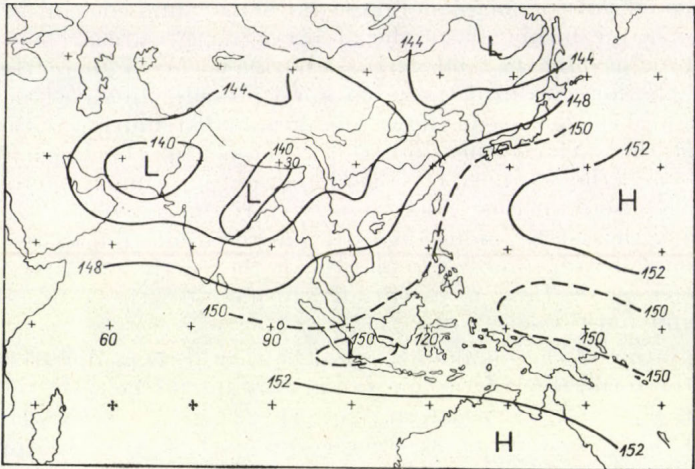


Fig. 2: 850 mb mean contour chart over Asia in January [10]

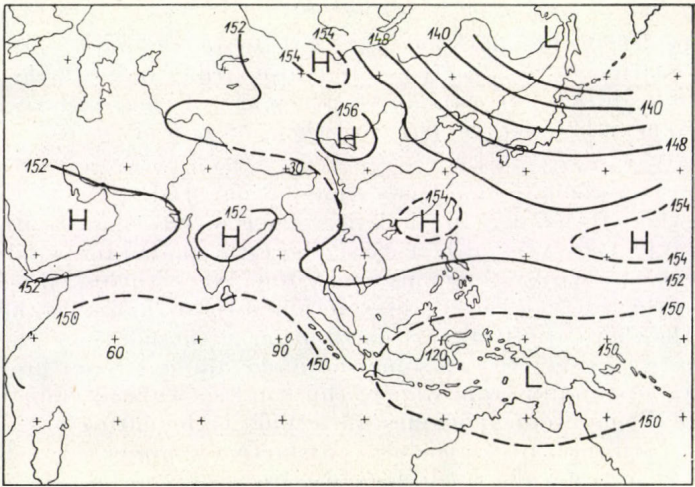


Fig. 1: 850 mb mean contour chart over Asia in July [10]

Thus, it is clear that the Asian monsoon has a planetary scale including a vast area of southern, eastern and southeastern Asia. The formation of the monsoon over this area is connected with the formation of a low pressure in summer and a high pressure in winter in the lower atmosphere (*Fig. 1, 2*). From *Fig. 1* we see that Asia is controlled by a great low pressure with three separate centers: the first center is located in the Far-East of USSR, the second in Pakistan and the last in the eastern part of India. These three centers characterize three typical monsoonal areas of Asia. The first center characterizes the SE-summer monsoon system in Far-East of USSR, in Korean peninsula, in

Japan and in northern China. The second characterizes the SW-summer monsoon blowing from the Arabian Sea to India and Pakistan. The third characterizes the SW-summer monsoon blowing from the Bay of Bengal to Birmania, Thailand, Indochina, southern China and southwestern China. Fig. 2 shows that in winter the lower atmosphere of Asia is controlled by a great high

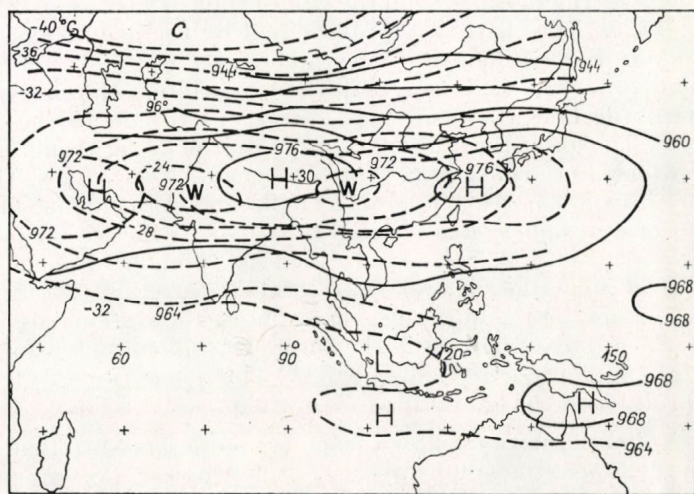


Fig. 3: 300 mb mean contour and mean temperature over Asia in July [10, 2] (dashed line: temperature)

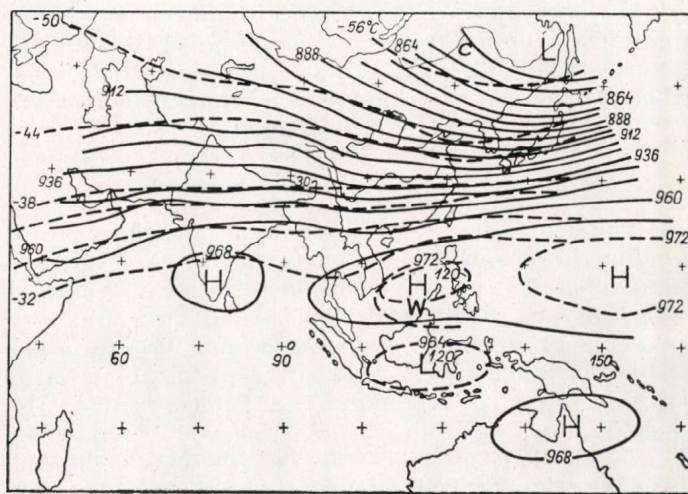


Fig. 4: 300 mb mean contour and mean temperature over Asia in January [10, 2] (dashed line: temperature)

pressure. This high is composed of two parts. One part lies over the east Asian continent with the ridge axis in the NW-SE direction and has three centers which are successively situated in Siberia, Mongolia and the coast of South-China. The Siberian high center is the center of action of the NW-winter polar monsoon system in Far-East of USSR, Japan, Korean peninsula and North-eastern China. The Mongolian center is the center of action of the NW-winter monsoon system of the middle latitudes in the central part and the eastern part of China. The southern China coast center is the center of action of the NE - subtropical monsoon in South-China, North-Vietnam and the northern part

of the East-Vietnam sea, this center is coupled with an upper quasi-stationary trough in the subtropical westerlies [49]. The second part of the Asian high is located in the Indian subcontinent with one high center, which characterizes the Indian winter monsoon system. Between the Eastern Asia ridge and the Indian ridge there is a trough stretching from the northern part of Birmania through Thailand to the southwestern part of China. This very trough has made distinction between the winter monsoon system of Eastern Asia and that of India. This distinction is specified by the abrupt onset of the winter monsoon in Eastern Asia and the gradual onset of the winter monsoon in India [50]. This lower trough is active in the late winter (March, April) and is associated with the Bengal upper quasi-stationary trough in the subtropical westerlies [49]. The lower trough develops before the upper trough, sometimes closed low centers are formed over North-Vietnam, North-Laos, the southwestern part of China, the northern parts of Thailand and Birmania. These low centers in the lower atmosphere has induced the break in the winter monsoon and the spells of warm southwestern wind called as "pseudo summer monsoon" in the late winter, sometimes the southwestern wind stretches northwards up to the Yangtze valley [50]. Thus, the Asiatic monsoon systems are formed in connection with the pressure fields in the lower atmosphere: a low pressure field in summer and a high pressure field in winter. The repartition of the monsoon areas is too specified by the characteristics of the pressure fields.

The formation of two planetary-scale pressure fields with contrary signs in the lower atmosphere over Asia, a low pressure in summer and a high pressure in winter, is connected with the seasonal change of the upper pressure field. In summer the low pressure in the lower levels converts into contrary sign in the upper levels, up to 300 mb and higher, over Asia a high pressure with hot core is formed. This high pressure has two separated closed centers, one over the Tibet plateau and the other over eastern China (*Fig. 3*). In winter (*Fig. 4*) a trough with cold core lies along the coast of Eastern Asia southwards to Southern China and Northern Vietnam; the subtropical high is shifted southwards with one closed center in the southern part of the Indian subcontinent.

The structure of the pressure fields and the thermal fields in the lower and the upper troposphere over Asia with the above mentioned features has shown the diversities from the hemispheric mean distribution of these fields. These have suggested us whether the abnormal horizontal distribution of the pressure and temperature fields over Asia would form an abnormal mean meridional circulation, and if it is so, by what mean this abnormal mean meridional circulation is maintained. *Koteswaram* [25] put accent on the thermal effect of the Tibet plateau in the formation of the Asian summer monsoon. The Tibet plateau is considered as a heat source, Siberia and the equatorial oceanic area as heat sink, thus two meridional circulations and two jet-streams are formed. The upward air flow due to the heating of the Tibet plateau is ramified at upper levels into two branches, the one northward with western flow and the other southward with eastern flow in upper levels. At lower levels the eastern flow prevails in the northward side of the upward flow and the western flow in the southward side. The southwestern air flow transfers water from equatorial areas to supply to the Tibetan upper level high pressure, when ascending at the south edge of the plateau it releases the latent heat for heat source, and the mechanism of the atmospheric circulation is maintained in such a manner. The supposition of *Koteswaram* on the existence of a meridional circulation cell in contrary direction with that of the *Hadley*-cell in summer in Southern Asia

is verified by the actual data [55]. In Southern Asia, from 15°N northwards to the plateau, in lower levels ascending flow associated with the southwest monsoon occurs, above 6 km we can find the existence of the southward air-flow. Although there is a lack of data, we can guess that a descending flow exists at about 10°N. Thus, in the southern area of the plateau, it is evident that a circulation cell in counter direction with that of the *Hadley*-cell is formed, the northern branch of the cell is ascending flow and the southern branch is descending flow, therefore this cell is named as anti-*Hadley*-cell or monsoon cell (*Fig. 5*). Easter from these meridians to the Western North Pacific, where

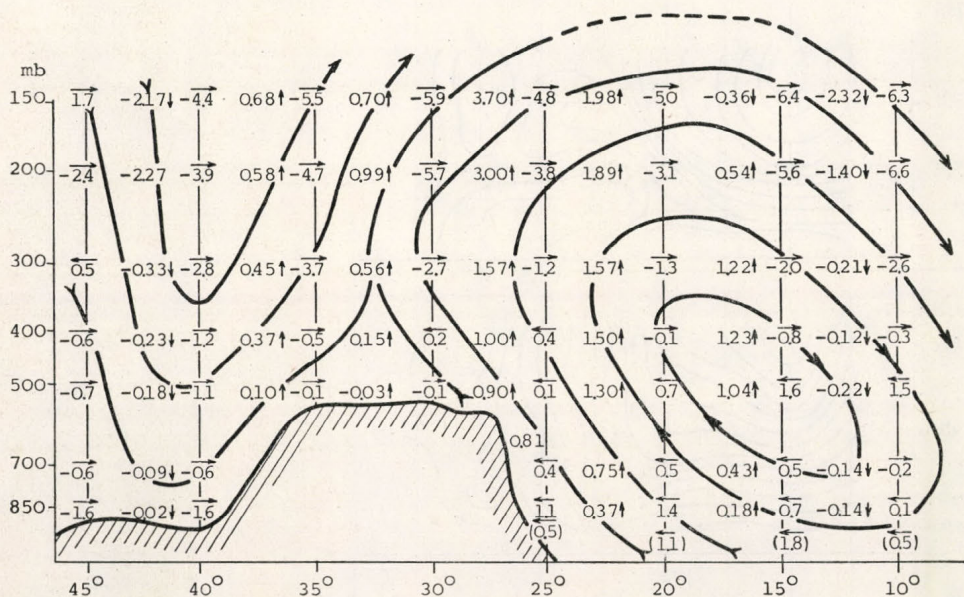


Fig. 5: Mean meridional circulation between 75°E–110°E in July 1958
(Units: V in m/sec and W in cm/sec) [55]

the appearance of the southwest monsoon is not obvious, southwards from 25°N the *Hadley*-cell clearly appears, the ascending motion occurs in the south of 15°N and the descending motion in the north [55]. Thus, the formation of the SW – monsoon in the lower levels of the troposphere over Southeast- and East-Asia is coupled with the formation of the anti-*Hadley*-cell in the whole troposphere, the mechanism of the formation and the maintenance of this circulation cell is mainly due to the thermal effect of the Tibet plateau. *Raghavan* [32] has pointed out that the north–southward migrations of the anti-*Hadley*-cell are connected with the normal monsoon and the break-monsoon over the central plain of India. During the break-monsoon the anti-*Hadley*-cell is pushed northwards at the same time with the monsoon trough, in this period the ascending branch of the anti-*Hadley*-cell and the monsoon trough associated with it are situated nearly 30°N at the edge of the Himalaya mountain. The southward displacement of the anti-*Hadley*-cell is induced by the appearance of the tropical disturbances, resulted from the barotropic instability brought about by the break-monsoon condition itself, when these disturbances move towards

the plain of India the monsoon trough intensifies and the normal monsoon is revived.

The above cited facts have proved that although the Asiatic monsoon has various forms of appearance at different localities, but its onset is associated with the global rearrangement of the atmospheric circulation over the northern hemisphere. The monsoon is expanded over a vast area included Eastern, Southern and Southeastern Asia, moreover it is not a phenomenon only restricted

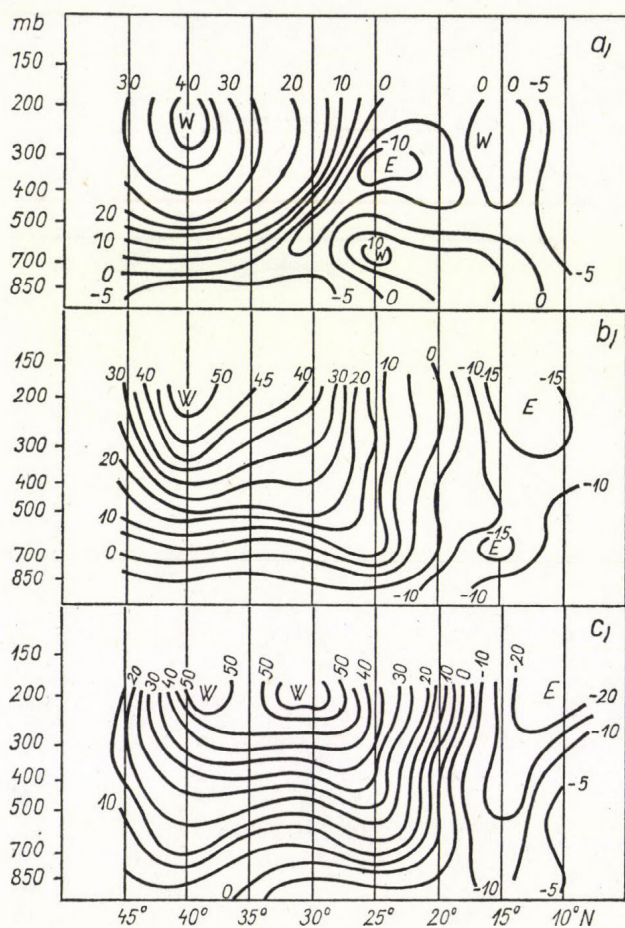


Fig. 6: Cross-sections along 105°E of mean zonal geostrophic-wind a) in the period before the onset of the winter monsoon in North-Vietnam (6-10/X/68); b) during the period of the onset of the winter monsoon in North-Vietnam (11-15/X/68); c) in the period after the onset of the winter monsoon in North-Vietnam (16-20/X/68). Unit: m/sec

in the lower atmosphere, but has affected the structure of the whole troposphere, this has resulted in the formation of the anti-*Hadley* or monsoon cell in the troposphere of the monsoon area. The monsoon cell is the mechanism for the activity of the Asiatic monsoon, the intensification and the break in the monsoon are correlated with the behaviour of the anti-*Hadley*-cell, its sustenance mechanism is defined by the heat source on the Tibet plateau and the heat sink in the ocean area of southern Asia during the summer period.

In the winter season, the heat sink, situated in Siberia - Mongolia, coupled with a cold high at the surface of the Asiatic continent and a quasi-stationary

upper trough along the eastern of coast Asia, is the cause of a strong winter monsoon regime in the vast area of Asia. During this period, in contrary with the summer situation, the Tibet plateau becomes a heat sink. The formation of a heat sink in rather lower latitudes has resulted in the meandering of the subtropical jet-stream over Southeastern Asia to the southest latitudes in comparison with any other longitudes.

Fig. 6 represents the cross-sections along 105°E of mean zonal geostrophic-wind in the period before the onset of the winter monsoon (*Fig. 6/a*), during the onset of the winter monsoon (*Fig. 6/b*) and after the onset of the winter monsoon in North-Vietnam (*Fig. 6/c*). *Fig. 6/a* shows that before the onset of the winter monsoon in North-Vietnam, southward from 28°N in lower level still prevails westerly flow and in upper level prevails easterly flow, whose intensity is weakening (about 10 m/sec at the center of the core); thus, in this period we may still see the existence of the anti-*Hadley*-cell, which characterizes the feature of the summer monsoon over Asia, but with decreasing intensity; in higher latitudes the westerly jet-stream is situated at 40°N near its normal position of the summer time [55], but its intensity is increasing (about 40 m/sec at the center of the core). During the onset of the winter monsoon in North-Vietnam, from *Fig. 6/b* we see that the lower westerly flow, which characterizes the activity of the summer southwest monsoon, is replaced by the lower easterly flow, which characterizes the activity of the winter northeast monsoon; in upper level the westerly flow of higher latitudes intrudes southwards to nearly 20°N , the position of the westerly jet-stream is not yet changed (40°N) but its intensity is increasing to about 50 m/sec; the upper level easterly jet-stream of lower latitudes is pushed southwards to nearly 13°N . Thus, in this period we can find the abrupt disappearance of the anti-*Hadley*-cell. After the onset of the winter monsoon (*Fig. 6/c*), the upper westerly flow intrudes southwards to nearly 18°N ; there are already two westerly jet-core, this represents the main feature of the upper-air circulation in Asia in winter [52, 49, 50], the subtropical westerly jet-stream is steadily established at nearly 30°N with maximum velocity about 55 m/sec. The fact is that the winter monsoon of Southeastern Asia strongly develops southwards, even extends accross the equator to Malaysia and Indonesia, in *Fig. 6/c* although there is a lack of data in the south of 10°N , but we may guess that the *Hadley*-cell in winter season is pushed to southest latitude in comparison with other longitudes, which are not affected by the monsoon.

From the above, it could be seen that the Asiatic summer and winter monsoon are resulted substantially from the alternate formation of the heat source and heat sink of planetary-scale over the continent, so the monsoon ought to be considered as a link in the general atmospheric circulation, its onset and evolution are connected with the rearrangement of the atmospheric circulation over the northern hemisphere.

III. Further approaches to the monsoon problem

1. The formation of the Asiatic monsoon has a cause of thermal nature, nevertheless the monsoon system does not isolately exist, it is affected by other pulsation out of the monsoon area. These pulsations could be resulted in the instability of the monsoon system. Up to date they are still not be cleared, for example, the effect of the cross - equator flow to the summer monsoon of Asia, the interaction between the monsoon and the westerlies of middle la-

titudes, the interaction between the perturbations in the easterlies and those in the monsoon and so on.

2. The Tibet plateau, being considered as heat source and heat sink, is a controlling factor upon the behaviour of the monsoon regime in Asia. It is evident that the investigations on the anomalies of the thermal regime of the plateau, the shift of the warm and cold centers may be served as basis for the long and midrange forecasting of weather in the monsoonal area of Asia. Unfortunately, up to date we still have not available data in hand.

3. Recently, numerical experiments have been strongly developed in tropical meteorology. As for the monsoon, *Krishnamurti* and *Hawking* [26], by using a five levels balanced non-geostrophic model, have received the distribution of the vertical velocities in midtropospheric cyclones of the southwest monsoon. The used model has included the parameterization of the cumulus-scale convection. In the near future with the development of the aero-synoptic network in Southeastern Asia, the numerical simulation will make clearer the role of the latent heat, the orographic condition, the air-sea interaction in the formation of the monsoon low.

*

Acknowledgement: The author will express his thanks to Prof. *Nguyen-Xien*, Director of the Meteorological Service of the Democratic Republic of Vietnam, for his advices and encouragements.

REFERENCES

- [1] *Alisov, B. P.* (1950): Climatic Zones of foreign countries, Geograph — edition, Moscow (in Russian).
- [2] *Ananthakrishnan, R. and Rangarajan, S.* (1964): Proc Sym, Trop. Meteor, Roturua, New — Zealand, pp 62 — 71.
- [3] *Asakura, T.* (1968): Dynamic climatology of atmospheric circulation over East — Asia centered in Japan, Papers in Meteor. and Geophys, Vol. 19, No 1, Meteor. Res. Inst. Tokyo, Japan.
- [4] *Bhullar, G. S.* (1952): Onset of monsoon over Delhi, Indian Jour. of Meteor. Geophys, Vol. 3 No. 1.
- [5] *Hromov, S. P.* (1956): Monsoon in the general atmospheric circulation in "Voelkow and modern problem on climatology", Hydrometeo — edition (in Russian).
- [6] *Hromov, S. P.* (1950): Monsoon as a geographical reality, Information of the Geographical Society of U.S.S.R. Tom 82 (In Russian).
- [7] *Chromov, S. P.* (1966): The circulation of the atmosphere over the tropics. Modern Problems on climatology. Hydrometeo — edition (in Russian).
- [8] *Chu Co-ching* (1934): Circulation of the atmosphere over China, Mem. Nat. Res. Inst. Meteor. Tom IV.
- [9] *Chu Co-ching*, (1930): The southeast monsoon and the rainfall of China. Collected scientific papers, Meteorology 1919 — 1949 (in Chinese), Scienic Press, Peking, 1955.
- [10] *Chu Pao-chen et al.* (1965): The atmospheric circulation and the weather over the Southeastern and Southern Asia (interim), Peking, Inst. of Geophys., Academy of Sciences (in Chinese).
- [11] *Chen Lung-shun* (1957): The change of the wind-field along the longitude 140°E during the and period of the "Maiyu", Acta Meteorologica Sinica, Tom 28 (in Chinese).
- [12] *Conrad, V.*, (1937): Zur Definition des Monsuns, Z. fur Met. (54).
- [13] *Desai, B. N.*, (1967): Circulation over India and neighbourhood during the Southwest Monsoon season, Indian Jour. of Meteor. and geophys. Vol. 18 No. 4.
- [14] *Dao Shi-yen et al.* (1958): The relation between the onset of the „Maiyu" period in East-Asia and the seasonal changes of the atmospheric circulation over Asia, Acta Meteorologica Sinica, Tom 29, (in Chinese).
- [15] *Dao Shi-yen, Chen Lung-shun* (1957): The structure of the upper atmospheric circulation over the Asian continent in summer, Acta Meteorologica Sinica, Tom 28, (in Chinese).
- [16] *Flohn, H.*, (1950): Studien zur allgemeinen Zirkulation der Atmosphere, Berichte des D. W. Dienst, Us Zone, No 18.
- [17] *Flohn, H.* (1958): Monsoon winds and general circulation, Monsoons of the world, India Met. Dep.
- [18] *Flohn, H.*, (1958): Summer monsoon of southern and eastern Asia. Monsoon of the world, India Met. Dep.
- [19] *Halley, E.* (1686): Account of the Trade Winds and monsoons, Philos. Transi, R. S. (16), London (to refer to Chromov [5]).
- [20] *Hann, J. and Suring, R.* (1940): Lehrbuch der Meteorologie, 5 Aufl. Leipzig.
- [21] *Hsu Shu-ying* (1962): The relation of the advance and the retreat of the monsoon over East Asia with the seasonal change of the westerly circulation, Some problems of monsoon over East Asia (in Chinese).
- [22] *Kao Yu-hsi, Chang Ming-li* (1957): The East Asia monsoon and some of its characteristics, Journal of Geography, Tom 23 (in Chinese).
- [23] *Kao Yu-hsi*, (1962): The problem of monsoon, Some problems of monsoon over East Asia, (in Chinese).
- [24] *Kao Yu-hsi, Kuo Ky-yun*, (1962): On the formation of monsoonal climate over East Asia. Some problems of monsoon over East-Asia (In Chinese).
- [25] *Koteswaram P.* (1958): The Asian summer monsoon and the general circulation over the tropics, Monsoon of the world, India Met. Dep.

- [26] *Krishnamurti, T. N. and R. S. Hawkins*, (1970): Mid-tropospheric cyclones of the southwest monsoon, *J. Appl Meteor.* (9), pp 422-458.
- [27] *Lu - A.* (1944): Generalities on the climate of China, *Journal of climatology*, I, No. 2 (in Chinese).
- [28] *Pisharoty P. R. and Asnani, G. C.*, (1958): Dynamical theories of the monsoon - A survey, *Monsoons of the world*, India Met. Dep.
- [29] *Pogolian, Chr. P.*, (1952): The circulation of the atmosphere, *Hydrometeo* -edition, Leningrad (in Russian).
- [30] *Pogolian, Chr. P.*, (1959): The general circulation of the atmosphere, *Hydrometeo* -edition, Leningrad (in Russian).
- [31] *Pogolian, Chr. P.* (1972): The general circulation of the atmosphere, *Hydrometeo*-edition, Leningrad (in Russian)
- [32] *Raghavan, K.* (1973): Break-Monsoon over India, *Monthly Weather Review*, Vol. 101, No. 1.
- [33] *Ramanathan, K. R.* (1958): Monsoons and general circulation of atmosphere - A review, *Monsoons of the world* India Met. Dep.
- [34] *Ramdas, L. A., Jagannathan, P. and Ras, S., G.*, (1954): Prediction of the data establishment of southwest monsoon along the west coast of India, *Indian Jour. of Meteo. Geophys.* Vol. 5, No. 4.
- [35] *Ramage, C., S.*, (1971): *Monsoon meteorology*, Academic Press, New-York - London.
- [36] *Riehl, H.* (1954): *Tropical Meteorology*, New-York.
- [37] *Sorochan, O. G.*, (1957): Some considerations on the nature of the summer monsoon over East Asia, *Works G.G.O.* Tom 71 (in Russian).
- [38] *Sorochan, O. G.*, (1957): On the nature of the summer rainfall over monsoonal areas of East-Asia, *Works G.G.O.* Tom 72, (in Russian).
- [39] *Sorochan, O. G.* (1957): Some features of monsoonal circulation over East-Asia, *Works G.G.O.* Tom 70 (in Russian).
- [40] *Sorochan, O. G.* (1958): Climatic characteristics of monsoonal circulation in Far-East, *Works G.G.O.* Tom 84 (in Russian).
- [41] *Sorochan, O. G.* (1966): The asian monsoons, *Modern problems on climatology*, *Hydrometeo* -edition, (in Russian).
- [42] *Suda, K. and Asakura, T.* (1955): A study of the unusual „Bainu” season in 1954 by means of northern hemisphere upper air mean charts. *Jour. of Meteor. Soc. of Japan* (33), pp. 233 - 244.
- [43] *Sutcliffe, R. C. and Bannan, J. R.* (1954): Seasonal changes in upper air condition in the mediterranean - middle East-Asia, *Sci. Pro. International Association of Meteorology*, Rome.
- [44] *Thompson, B. W.* (1951): An essay on the general circulation of the atmosphere over South-East Asia and West Pacific, *Quart. Jour. Roy. Meteor. Soc.*, Vol. 77, No. 334.
- [45] *Tu Chang-wang* (1937): A preliminary study on the mean air - currents and fronts of China, *Mem. Net. Res. Inst. Met.*, Nanking, Tom 11.
- [46] *Tu Chang-wang, Huang Shi-tzung* (1944): The advance and the retreat of the summer monsoon over China, *Collected Scientific papers - Meteorology 1919 - 1949*, Sciences, Press, Peking (in Chinese).
- [47] *Vitvitzki G. N.* (1958): The cause of the development of the monsoon over the South-Asia. *Information of the Academy of Sciences of USSR, Serie Geography* No. 4 (in Russian).
- [48] *Vitvitzki G. N.* (1971): Atmospheric circulation in the tropics, *Hydrometeo* -edition, Leningrad, (In Russian).
- [49] *Vu-boi-Kiem* (1967): The quasi - permanent centers of action in the subtropical westerlies, *Időjárás, Budapest*, 71 évf., 1. sz.
- [50] *Vu-boi-Kiem* (1971): Quelques caractéristiques du climat au Nord-Vietnam déterminés sur la base de la circulation générale au Sud-Est de l'Asie, *Revue de l'activité scientifique* No. 11 (149), Hanoi (texte en Vietnamien).
- [51] *Voeikov, A. I.* (1879): The climate of the monsoonal areas of East-Asia (to refer to Hromow [5])
- [52] *Yeh Tu-cheng* (1950): The circulation of high troposphere over China in winter of 1945 - 1946, *Tellus*, No. 2.
- [53] *Yeh Tu-cheng, Dao Shi-yen, Li Mai-zun* (1958): The abrupt changes of the atmospheric circulation in June and October, *Acta Meteorologica Sinica*, Tom 29 (in Chinese).
- [54] *Yeh Tu-cheng, Kao Yu-hsi, Liou Kuang-nan* (1952): On the advance and the retreat of the jet-stream over South Asia and West-America during 1945 - 1946 years, *Acta Meteorologica Sinica*, Tom 23 (in Chinese).
- [55] *Yeh Tu-cheng, Dao Shi-yen, Hsie Yi-ping* (1964): The atmospheric circulation over East - Asia in summer, *Peking Sciences Symposium, Collection of papers*, pp. 221 - 251 (in Chinese).
- [56] *Yin, M., T.*, (1949): A synoptic-aerological study of the onset of the summer monsoon over India and Burma *Journ. Met.* No. 6, pp. 393 - 400.

A troposzféra λ_{\min} — 320 nm hullámhosszú ultraviola irradianciájának lehetséges változásai és a biológiai következmények becslése

PATAKI MÁRTA, Központi Meteorológiai Intézet, Budapest

Possible Variation of the UV Irradiance λ_{\min} — 320 nm of the Troposphere and an Evaluation of its Biological Consequences. As a result of anthropogenic influences, the shortest wave-lengths of solar radiation which are penetrating into the troposphere, may suffer, in addition to their natural variations, some new kinds of influences. In the possible case of a depletion process of the ozonosphere, UV irradiance could be enhanced and a shift towards shorter wave-lengths may occur. However, the pollution of the troposphere is reducing the UV intensity. The radiation range under discussion is, within the energy spectrum of solar radiation penetrating into the near-the-ground layers, the range of the relatively highest quanta of energy, and thus its variations are meaning a change in the part of solar radiation which is possessing the highest degree of photochemical and biological activity. The Authoress is only shortly dealing with the various hypotheses concerning the depletion of the ozone layer. She is discussing, in more detail, the role played by the shortest wave-lengths in atmospheric chemistry and with their losses by extinction. Finally, she is attempting to draw up a system of the physiological effects of the biologically most active UV radiation.

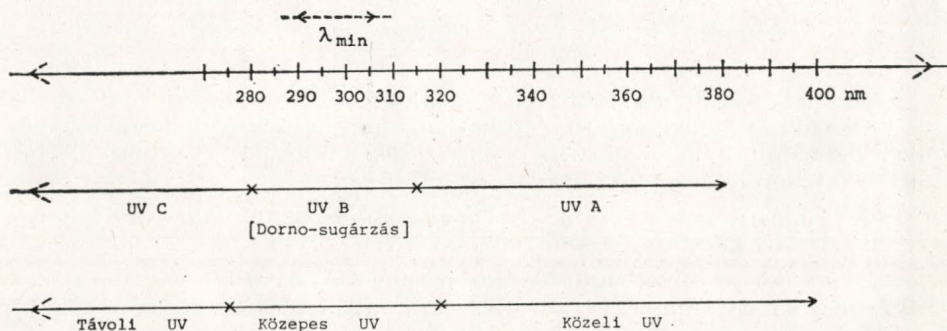
*

Возможные изменения ультрафиолетового облучения тропосферы с длиной λ_{\min} - 320 нм и оценка их биологических последствий. В связи с антропогенными воздействиями, самые короткие волны солнечной радиации, поступающие в тропосферу, дополнительно к естественным изменениям могут претерпевать и изменения нового характера. Процесс возможного повреждения озоносферы может приваести к повышению ультрафиолетового облучения и к его смещению в сторону более коротких волн. В то же время загрязнение тропосферы снижает интенсивность ультрафиолетового облучения. Рассматриваемый диапазон радиации охватывает длины волн со сравнительно наибольшими квантами энергии в спектре солнечной радиации, поступающей к земной поверхности; следовательно, происходящие в нем изменения относятся к фотохимически и биологически наиболее активной части солнечной радиации. Гипотезы о повреждении озоносферы рассматриваются в настоящей работе лишь вкратце. Более подробно обсуждаются роль самых коротких волн в химии загрязненного воздуха и их ослабление в атмосфере. В заключение делается попытка систематизировать физиологические воздействия наиболее активной биологически ультрафиолетовой радиации.

*

A tanulmány tárgya a talajközelt elérő napsugárzás λ_{\min} -mal jelzett leg-rövidebb hullámhossza és a 320 nm hullámhossz közötti sugárzási tartomány, amely — az 1. ábra szerint — közel azonos a Nap ibolyántúli sugárzásának biológiai legaktívabb altartományaként számon tartott UV-B sugárzással, illetve — fizikai szemléletű felosztás szerint — a közepes UV talajközelt elérő része. A troposzférába érkező λ_{\min} egy változó érték, amelyet elsősorban az ozonoszféra naptevékenység által kialakított állapota és a napsugárzásnak az ozonoszférán át megtett út hossza határoz meg. A λ_{\min} és 320 nm közötti sugárzási tartomány jellegzetességei: alá van vetve a naptevékenység változásainak: az ozonoszféra leépülési folyamataival kapcsolatos sugárzáselnyelés növekvő hullámhosszaival rohamosan csökken; e spektrumtartományban legkisebb (10^{-9} — 10^{-5} W/cm²nm nagyságrendű) a sugárzás intenzitása, legnagyobb a globális intenzitás, valamint szórt és direkt komponenseinek szinképi és időbeli

változékonysága, ezért legsúlyosabbak a mérés technikai nehézségek. Az elmondottak következtében a vizsgálat tárgyát képező sugárzási tartományra vonatkozóan rendszeres és megbízható mérési eredmények nincsenek. Ezért változásainak természetére, valamint a változások fizikai-kémiai okaira csak a nemzetközi szakirodalomban közzétett – gyakran egymásnak ellentmondó – elméleti megfontolások és kutatási részeredmények [1–15 és még számos további tudományos publikáció] szintéziséből kiindulva következtethetünk. A vizsgálat *munkamódszere* tehát az ellentmondások kiküszöbölésére, a kapcsolatok feltárására és a valóságot néhány vonással jobban megközelítő kép kialakítására irányuló törekvésünk volt.



1. ábra. A vizsgált sugárzási tartomány elhelyezkedése az UV-spektrumban.

A tanulmány *vezérgondolata* – amelyet e sugárzási tartomány hatékonyságának megítélése során állandóan figyelembe vettünk – a fény kvantum-szemlélete, amely szerint a troposzférába érkező napsugárzás szinképében, az $E = h \cdot c / \lambda$ képlet értelmében a legrövidebb hullámhosszak képviselik a viszonylag legnagyobb fotonenergiájú sugárzást. Ez a fizikai tulajdonság magyarázza pl. a talajközeli napszínkép UV-tartományának közismerten nagy fotokémiai és biológiai aktivitását.

Léghkörünk szennyezettségének jelentős mértékűvé válása előtt az UV-sugárzás törvényszerűségeire a naptevékenység és az ezzel kapcsolatos ozonozsféra állapot, a sugárzásnak az ozonozszférán át megtett úthossza, a *Rayleigh-törvény*, valamint a felhőzeti viszonyok alapján a valóságot eléggé jól megközelítő következtetéseket lehetett tenni. Napjainkban új, antropogén tényezők további változásokat okozhatnak a troposzféra $\lambda_{\min} - 320$ nm közötti spektrális irradianciájában:

1. Tudományos hipotézisek különböző jellegű emberi tevékenységek következményeként lehetségesnek tartják az ozonozsféra leépülésének jövőbeli megindulását. A destrukciós folyamat következményeképpen a jelenlegi λ_{\min} -nál rövidebb hullámhosszak is lejuthatnak a troposzférába és az UV-intenzitások növekednének.

2. A levegőszennyezettség nagymértékű növekedése a talajközelt eltérő λ_{\min} nagyobb hullámhosszak felé tolódását és a $\lambda_{\min} - 320$ nm közötti sugárzási tartomány intenzitásának jelentős mértékű csökkenését vonhatja maga után. Nagy valószínűséggel feltételezhetjük, hogy e hatásnak – különösen a szennyezett levegőjú nagyvárosokban és iparvidékeken – már napjainkban is alá vagyunk vetve.

Bár e változások ellentétes irányúak, semmiképpen sem tekinthetők egymást kompenzáló jelenségeknek. Mindkettőt mint a jelenlegi biológiai egyensúlyt és az emberi egészséget veszélyeztető tényezőt kell további tudományos mérlegelés tárgyává tenni.

E tanulmány *célja*, hogy a légkörfizikai kapcsolatokat és levegőkémiai okokat kutatva, a szerteágazó irodalmi közléseknél átfogóbb szemléletet nyújtson a troposzféra $\lambda_{\min} - 320$ nm közötti ultraviola irradianciájának antropogén változásairól, és végül rámutasson a változások lehetséges biológiai következményeire.

*Az ozonoszféra (hipotetikus) leépülési folyamatának következménye:
a troposzféra UV-irradiációjának megnövekedése*

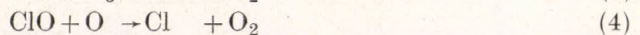
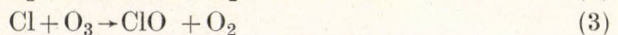
Napjainkban több olyan hipotézis van kutatási stádiumban és a tudományos vita szintjén, amely az ozonoszféra antropogén szennyeződése következtében a bioszférát védő „ózonpajzs” esetleges leépülését jelzi előre. Ózonleépítő hatást tulajdonítanak:

1. A nukleáris robbantások és szuperszonikus légiforgalom (SST) útján a sztratoszférába kerülő nitrogénoxidoknak (NO_x -nak).

2. A spraykből kiszabaduló és ozonoszférába szivárgó klór-fluórmetán (CF_xCl_y) gázoknak, amelyekből a $\lambda < 220$ nm hullámhosszú napsugárzás hatására Cl-atomok szabadulnak fel.

3. Az új agrotechnika következtében esetleg megszorodó N_2O gáznak, amely az ozonoszférába hatolva és gerjesztett oxigénatomokkal reakcióba lépve ugyancsak az NO-koncentrációt növelné.

E szennyező gázok további kémiai átalakulásukhoz az alábbi, domináns reakciók szerint:



oxigénatomokat – az ózon „építőköveit” – és ózonn molekulákat használnak fel, ezáltal esetleg elindíthatják az „ózonpajzs” leépülési folyamatát.

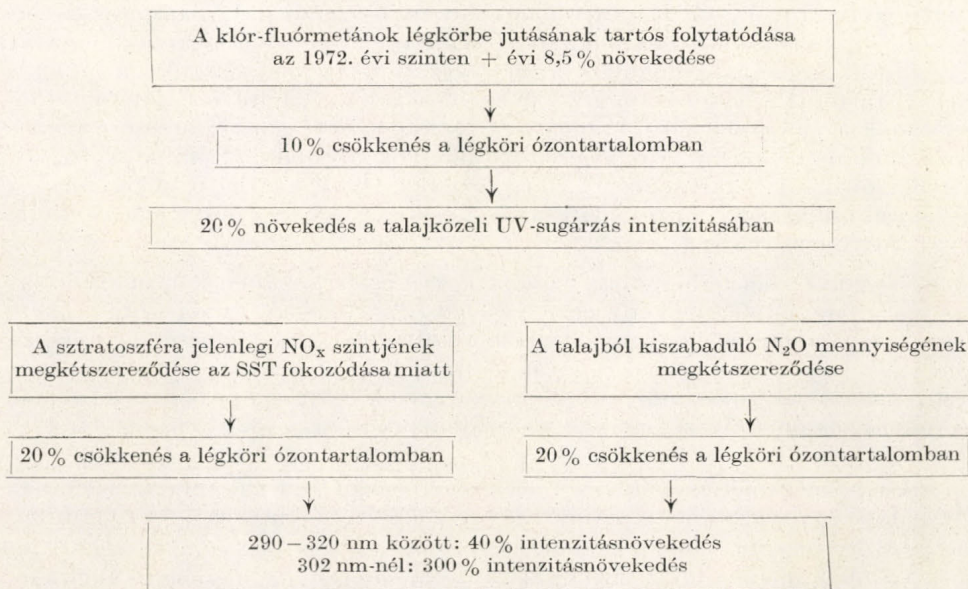
Az I. táblázat – szakirodalmi adatok alapján – becslést tartalmaz az ozonoszféra szennyeződésének a troposzféra UV-irradiációjára gyakorolt hatásáról. Bár e változások – szakirodalmi megjegyzések szerint – nem haladják túl a $\lambda_{\min} - 320$ nm hullámhosszú UV-sugárzás jelenlegi természetes változékonyságát, e tanulmány szerzőjének véleménye szerint a lehetséges következmények megítélésakor a jelenlegi abszolút maximumok további növekedését, az UV-irradiancia jelenlegi átlagos szintjének tartós emelkedését és főként a jelenleginél rövidebb hullámhosszú ibolyántúli sugárzás troposzférába hatolásának lehetőségét kell számításba venni.

A genetikai anyag, a DNS, 307 nm-ig érzékeny; a bőrrákot megelőző súlyos sejtkárosodás, nagymértékű erythema, $\lambda < 313$ nm-nél lép fel. Napjaink nemzetközi szakirodalmában számos publikáció foglalkozik az esetleges növényi kromoszómasérülésekre, bizonyos mikroorganizmusok pusztulására, bőrrákesetek szaporodására vonatkozó becslésekkel.

Az ozonoszféra leépülési hipotéziseinek tükrében a talajközeli UV-fluxus esetleges megváltozása egy lehetséges szekuláris bioklíma változás tényezőjévé válik.

I. TÁBLÁZAT

Ózonleépítő folyamatok hatása az UV-irradiációra



Megjegyzés:

A sztratoszféra jelenlegi NO_x szintjének és a talajból kiszabaduló N_2O mennyiségének megkétszereződése igen szélsőséges feltételezés. Ilyen mértékű növekedésre és következményeire a közeljövőben nagy valószínűséggel még nem kell számítani.

A szennyezett troposzféra fokozott UV-sugárzás csökkentő hatása

A $\lambda_{\min} - 320$ nm közötti hullámhosszak extinkciós veszteségeit a

$$\tau = \tau_{\text{Rayleigh}} + \tau_{\text{ózon}} + \tau_{\text{Mie}} \quad (5)$$

egyenlet írja le, amelyben τ_{Rayleigh} a Rayleigh-légkör kisméretű molekulái, részecskéi által okozott extinkció, $\tau_{\text{ózon}}$ az ozonoszféra abszorpciója a vizsgált sugárzási tartományban, τ_{Mie} a légkörben jelenlevő nagyobb szennyező részecskék által okozott „hátraszórás” és elnyelés, tehát egyenletünk szennyezett légkör UV-irradiációjának extinkciós veszteségeire vonatkozik.

A múltban a talajközeli direkt és diffúz UV-sugárzás törvényszerűségeit a tiszta légkör alkotórészeinek alapján, pusztán a $\tau_{\text{Rayleigh}} + \tau_{\text{ózon}}$ figyelembevételével állapították meg.

Később – az atmoszféra növekvő szennyeződésének figyelembevétele céljából – a látható tartományra vonatkozó B homályossági tényező képzeletbeli extrapolációját alkalmazták a direkt UV-fluxus extinkciós veszteségeinek becslésére. Az extrapolációt a

$$B_\lambda = k \cdot \beta \cdot \lambda^{-\alpha} \quad (6)$$

függvény segítségével hajtották végre, amelyben $k = \log e$, β az Ångström-féle homályossági tényező, α a részecskék méreteloszlásával kapcsolatos hullámhosszkitevő.

Mivel α értéke városi szennyezett levegőben gyakran < 1 , sőt 0-hoz közel

eső érték, tehát a direkt sugárzás extinkciós vesztesége a hullámhosszak csökkenésével nem nő jelentős mértékben, a szórt komponens veszteségét jellemző „hátraszórás” pedig az UV-tartományban több szerző megállapítása szerint kisebb, mint a látható tartományban, született az a következtetés, hogy az ibolyántúli sugárzás gyengülése a szennyezett levegőben hasonló mértékű a látható tartományú globál sugárzás gyengülésével. Ezt a feltevést alátámasztani látszanak a városi levegő UV-sugárzást csökkentő hatásának mérésére vonatkozó különböző technikájú kísérletek, amelyek azonban általában a $\lambda_{\min} - 380$ nm közötti UV-tartományra vonatkoznak – tehát a látható tartományhoz közel eső hullámhosszak intenzitását is mérik –, és ezért mutatják a feltételezett törvényszerűséget.

Napjaink szakirodalmában viszont egyre erőteljesebben körvonalazódik, hogy a λ^{-2} monoton függvény érvényessége $\lambda_{\min} - 320$ nm tartományban kétséges: nem ismeretes, hogy az extinkció a hullámhossz csökkenésével nő, csökken vagy változatlan marad-e, sőt monoton jellege sem feltétlenül érvényesül. Ezt a jelenséget valószínűleg a szennyező gázok extinkciója okozza. Tehát a B homályossági tényezőt nem extrapolálhatjuk a $\lambda_{\min} - 320$ nm közötti UV-tartományra.

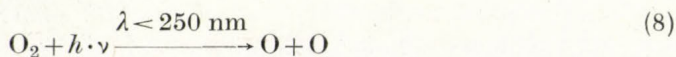
A τ_{Mie} megismerése felé vezetnek az aeroszokok optikai tulajdonságainak vizsgálatára vonatkozó, napjainkban folyó korszerű kutatások, valamint az előre- és hátraszórás elméleti számításai.

Azonban mivel a $\lambda_{\min} - 320$ nm közötti sugárzás gyengülésében az aeroszokok szóró és elnyelő hatásán kívül a troposzférát szennyező gázok által okozott extinkció is jelentős szerepet játszhat, e kérdésre is fokozottabb figyelmet kell fordítanunk. A talajközelt elérő minimális hullámhosszú sugárzás nagy biológiai aktivitása is figyelmeztet arra a tényre, hogy a talajközelt elérő napsugárzásban – kis intenzitásuk ellenére – e hullámhosszak képviselik a legnagyobb fotonenergiajú, azaz fotokémiailag legaktívabb sugárzási tartományt. Hatékonyságának megítélése során mindig szem előtt kell tartani azt a tényt, hogy a fény kvantumszemléletének értelmében fotonjainak energiája

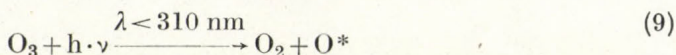
$$E = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda. \quad (7)$$

ν = a rezgésszám, λ = a hullámhossz, h = a Planck állandó [$6,62 \cdot 10^{-27}$ erg·s], c = a fénysebesség [$3 \cdot 10^{10}$ cm·s⁻¹], azaz E fordítva arányos a hullámhosszal. A légkör fotokémiai reakcióegyenleteiben szereplő $h \cdot \nu$ energia tehát azt jelenti, hogy pl. egy fotodisszociációs folyamat kiváltásához egy adott λ -nál rövidebb hullámhosszú, azaz megfelelő fotonenergiajú sugárzás szükséges (a sugárzás intenzitása az átalakulás mértékét szabja meg). Szemléltetésül álljanak itt az ozonoszféra létrehozásában és az ózon leépítésében legjelentősebb fotokémiai reakciók egyenletei:

a) Az ózon keletkezéséhez szükséges atomos oxigén létrejöttének folyamata:

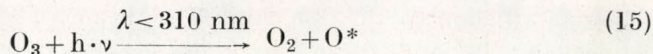
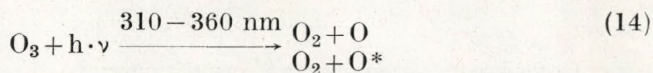
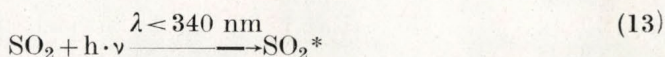
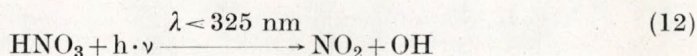
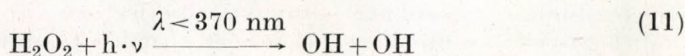
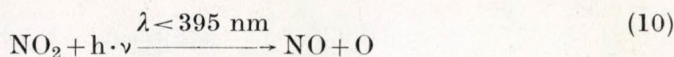


b) Az ózon fotolízisének legintenzívebb módozatát leíró



képlet, amelyben O^* az O atomnál is reaktívabb, gerjesztett oxigénatomot jelöl.

Gondolatmenetünket a szennyezett troposzférában is előforduló néhány fontos anyagra és a troposzféra sugárzási kvantummezejére vonatkoztatva, az alábbi példák által arra a tényre szeretnénk a figyelmet felhívni, hogy a leg-rövidebb hullámhosszak számos olyan fotokémiai folyamat kiváltói lehetnek, amelyek eredményeképpen reaktív gyökök, atomos oxigén, gerjesztett atomok és molekulák jöhetnek létre.



A szerző távol áll attól, hogy az összeállításnak teljességet tulajdonítson, vagy lebecsülje a fényintenzitások, a reakciókoefficiensek, a nagyobb hullámhosszú sugárzás és termikus hatások jelentőségét. A $\lambda_{\text{min}} - 320 \text{ nm}$ közötti ibolyántúli sugárzásnak a szennyezett troposzféra-kémiájában játszott szerepét ma még pontosan meghatározhatónak nem tartja.

A szennyezett levegő bonyolult (N_2 , O_2 , H_2O , SO_2 , CO , NO_x , O_3 , szénhidrogének stb. összetevőket tartalmazó) kémiai rendszerében végbemenő reakcióláncolatok és reakcióciklusok variációinak tökéletes ismeretétől a tudomány ma még messze áll. Valószínű azonban, hogy e reakciórendszerekben nagy szerepük van a szénhidrogéneknek. Ezek jelenlétében a talajközelen is keletkezhet ózon: lehetséges, hogy képződése már 580 nm alatti napsugárzás hatására elkezdődik. A (14) és (15) egyenletek értelmében az ózon fotokémiai elbomlása a troposzférában is lehetséges folyamat. Derült időjárási helyzet és magas napállás esetén a városi szennyezőpólya felett tehát esetleg O^* -atomok is keletkezhetnek, amelyek azután újabb organikus és anorganikus szubsztanciákkal léphetnek kölcsönhatásba. Az O^* és vízgőz reakciója pl. OH -gyököket eredményez, az OH -gyökök pedig jelentős szerepet játszanak a troposzféra heterogén (gáz, cseppfolyós és szilárd fázisok közötti) reakcióiban.

E cikk szerzőjének véleménye szerint a szennyezett levegő bonyolult kémiai változásaiban az UV-sugárzás jelentősége az lehet, hogy bizonyos reakciókat csak e hullámhosszak képesek kiváltani. E lépések nem lehetnek közömbösek pl. a fotokémiai füstködök felépítő folyamatokban, de a szennyezett troposzféra adott kémiai egyensúlyának kialakításában sem.

Visszatérve extinkciós egyenletünk (5) analizálására, a fentiek alapján kimondhatjuk, hogy a troposzférába érkező leg-rövidebb hullámhosszak intenzitása a légkört szennyező gázokkal kapcsolatos fotokémiai aktivitásuk miatt is csökken, tehát a τ_{Mie} tényezőn (az aeroszol részecskék szórásán és elnyelésén) kívül a szennyező gázok által okozott sugárzáselnyelést és szórást is figyelembe

kellene venni. A szennyező anyagok összextinkciójának mértékét a szennyező részecskék és gázok pillanatnyi mennyiségi és minőségi összetétele valamint méreteloszlása határozza meg.

Az UV-irradiancia és a λ_{\min} ismert mérés technikai nehézségei miatt a levegőszennyeződés sugárzáscsökkentő hatásának sajátosságaira csak következtethettünk. E fejezet eszmefuttatása azonban a következő megállapításokat tette lehetővé:

1. A $\lambda_{\min} - 320$ nm hullámhosszú UV-sugárzás szennyezett légrétegeken, füstködökön és különösen a fotokémiai füstködökön keresztülhaladva nagymértékű intenzitáscsökkenést szenved, esetleg az az ozonoszféra által determinált legrövidebb hullámhosszak le sem jutnak a talajra.

2. Néhány szerző véleményével ellentétben nem valószínű, hogy a városi szennyezett levegő a fotokémiaiilag és biológiailag nem aktívabb UV-hullámhosszakat a látható tartományú globálsugárzáshoz hasonló arányban csökkenti. A valósághoz az a megállapítás állhat közel, hogy e sugárzási tartomány a levegőszennyeződés fluktuálásával kapcsolatba hozható bonyolult változásokat szenved el.

A biológiai következmények becslése

A talajközeli napsugárzás UV – B tartományának nagy biológiai aktivitása is annak a fizikai tulajdonságnak a következménye, hogy a talajközeli napsugárzásban e hullámhosszak képviselik a legnagyobb energiakvantumú sugárzást. Ezért – a fotokémiai reakciókhoz hasonlóan – csak a legrövidebb hullámhosszak képesek bizonyos „biofotokémiai” jelenségeket kiváltani, illetve bizonyos biokémiai folyamatokat aktiválni. Például a 7-dehidro-koleszterin ($C_{27}H_{44}O$) átalakulása a bőr lipid-rétegeiben antirachit hatású D_3 vitaminná azáltal történhet meg, hogy az UV – B-tartományba eső, megfelelő fotonenergiajú sugárzás a szteránvázas elővitamin B-gyűrűjét feltöri és egy összetételében azonos, de szerkezetében különböző, biológiailag aktív anyagot hoz létre. Vagy pl. csak a 315 nm alatti hullámhosszak képesek az új pigmentek létrehozásában közreműködő tirozináz enzimet aktiválni és ezáltal a melanin bioszintézisét előidézni.

A legújabb orvostudományi és közegészségügyi szakirodalomban [16 – 26] számos említés történik az UV-sugárzás élettani hatásaira vonatkozóan, de összefoglaló jellegű publikáció nem található. *II. táblázatunk* az első rendszerezési kísérlet. Alapgondolata, hogy az UV-sugárzás három legfontosabb megnyilvánulási formában:

1. DNS- és fehérjekárosító, azaz sejtkárosító hatása,
2. új biokémiai anyagok képzése és ezek élettani hatásai,
3. idegrendszeri reflexhatások által hat az élő szervezetekre.

A rendszerező séma nem tesz merev elhatárolásokat káros és hasznos hatások között: A szerző véleménye szerint a sugárzás spektrális összetételének és intenzitásának változásai következtében a kedvező élettani hatások is kedvezőtlené, károssá, veszélyessé válhatnak.

A táblázat áttekintése után nem szorulhat bizonyításra, hogy a talajt elérő legrövidebb hullámhosszak változásai nem közömbösek az ember számára és biológiai környezetére nézve.

Az ozonoszféra esetleges leépülési jelensége miatt megnövekvő és rövidebb hullámhosszak felé tolódó UV-sugárzás következtében a mikroorganizmusok jelenlegi biológiai egyensúlyában fellépő változások pl. beláthatatlan követke-

min természetes keletkezésének lehetősége csökken, mert a 313 nm-nél rövidebb hullámhosszú már nemcsak a téli félévben, hanem a nyári félév legszennyezettebb napjain is — tehát éppen az anticiklonális, derült időjárási helyzetekben — hiánytényezővé kezdenek válni. A napozás a már meglévő pigmentek sötétedését kiváltja ugyan, ám a szervezet általános kedvező áthangolódása elmarad.

Ha e jelenségeket évtizedek távlataiban és a városi lakosság későbbi generációinak sorsában gondolkodva mérlegeljük, nem minősíthetjük jelentéktelenekeknek és elhanyagolhatóknak.

Ezért a szerző reméli, hogy a biológiai hatások rendszerezésére és a λ_{\min} —320 nm hullámhosszú UV-sugárzás lehetséges változásait követő biológiai következmények becslésére irányuló kísérletét az orvostudomány és közegészségügy szakemberei továbbfejlesztik, és munkája az UV-sugárzás változásait elszennvedő ember javára válik.

*

A tanulmány a λ_{\min} —320 nm közötti UV-irradiancia lehetséges antropogén változásait tárgyalta. A változások biológiai következményekkel járhatnak, ezért a talajközeli UV-sugárzás mérése napjainkban új jelentőséget nyert. Bár a biológiailag legaktívabb UV—B sugárzási tartomány méréstechnikai nehézségei közismerten nagyok, szükségesnek látszik, hogy a jövőben újabb erőfeszítéseket tegyünk a nehézségek leküzdésére, és megteremtjük a változások folyamatos megfigyelésének („monitorozásának”) lehetőségét.

(A kézirat beérkezett 1975. november 20-án.)

IRODALOM

- [1] Cadle, R. D. 1966: Particles in the Atmosphere and Space. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- [2] Crutzen, P. J. 1974: Photochemical Reactions Initiated by and Influencing Ozone in the Troposphere. *Tellus*, Vol. 26, No. 1—2.
- [3] Crutzen, P. J. 1975: Physical and Chemical Processes which Control the Production, Destruction of Ozone and Some Other Chemically Active Minor Constituents. *GARP Publications Series No. 16*.
- [4] Gatbally, I. E. 1972: Ozone and Oxidants in the Surface Air near Melbourne. *Proceeding of the International Clean Air Conference*, Melbourne.
- [5] Mészáros, E. 1973: Evidence of the Role of Indirect Photochemical Processes in the Formation of Atmospheric Sulphate Particulate. *Aerosol Science*, Vol. 4, pp. 429—434.
- [6] Pataki, M. 1964: A napsugárzás UV-tartománya kutatásának mai állása világviszonylatban; hazai mérési kísérletek és ezek metodikai-kritikai vizsgálata. OMI. *Beszámoló az 1964-ben végzett tudományos kutatásokról*, Budapest.
- [7] Pataki, M. 1975: A λ_{\min} —320 nm hullámhosszú napsugárzás légkörfizikai, levegőkémiai és biológiai jelentőségének korszerű szemlélete. *Kézirat*.
- [8] Pavlov, V. E. et al., 1975: Ob opredelenii aerolnoj opticheskoj tolszchi po jarkosti neba *Fizika Atmosfery i Okeana*, Tom 11, No. 6.
- [9] Proceedings of the International Conference on Structure, Composition and General Circulation of the Upper and Lower Atmospheres and Possible Anthropogenic Perturbations. Vol. II, Melbourne, 1974.
- [10] Ratner, M. I. 1972: Atmospheric Ozone and History of Life. *Journal of Atmospheric Sciences*, Vol. 29, No. 5.
- [11] Sekihara, K. 1973: Some Aspects of Radiation Climate of Tokyo. *Journal of Meteorological Society of Japan*. Vol. 51, No. 2.
- [12] Sholkín, L. M.—Thompson, J. F. 1973: Model with Aerosols to Examine Solar UV Data. *Journal of Atmospheric Sciences*, Vol. 30, Nov. 1973.

- [13] Sutherland, R. A. et al., 1975: Sun Photometry and Spectral Radiometry at Wavelength Less than 360 nm. *Journal of Atmospheric Sciences*, Vol. 32. No. 2.
- [14] Steinvall, O. et al., 1975: Measurements of Atmospheric Extinction in the Spectral Region 360 – 800 nm by Spectroradiometry. *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 14. No. 4.
- [15] WMO Guide to Meteorological Instrument and Observing Practices. 1971.
- [16] Bálint, P. 1972: Orvosi élettan. *Medicina*, Budapest.
- [17] Danzig, N. M. 1966: Ul'trafioletovoe izluchenie, biologicheskoe dejstvie i gigenicheskoe znachenie. *Izd. Medicina*, Moskva.
- [18] Godwin, T. W. 1963: The Biosynthesis of Vitamins and Related Compounds. *Academic Press*, London – New York.
- [19] Karlson, P. 1972: Biokémia. *Medicina*, Budapest.
- [20] Kerpel-Fronius, Ö. 1971: Gyermekgyógyászat. *Medicina*, Budapest.
- [21] Kertai, P. 1968: Biológia a higiénikus orvostovábbképző tanfolyam számára. Budapest.
- [22] Kertai, P. 1973: Korunk biológiája. *Gondolat Kiadó*, Budapest.
- [23] Rothmann, S. 1954: Physiology and Biochemistry of the skin. *University Press*, Chicago.
- [24] Sebrell, H. 1954: The vitamins. Chemistry, Physiology, Pathology. *Academic Press*, New York.
- [25] Szabó, D. 1972: Szerves kémia. *Medicina*, Budapest.
- [26] Szodoray, L. 1974: Gyakorlati bőrgyógyászat. *Medicina*, Budapest.
-

A meteorológia és az élelmiszer-termelés*

ANTAL EMÁNUEL, Központi Légekfizikai Intézet, Budapest

A XVI. Meteorológiai Világnapon a Meteorológiai Világszervezet 145 tagállamában emlékeztek meg „A meteorológia és az élelmiszer-termelés” kérdéseiről. Az élelmiszer-termelés meteorológiai kérdéseinek vizsgálata a WMO általános programjában is megtalálható, mint az elkövetkező esztendőök hangsúlyozott feladata.

A Meteorológiai Világszervezet (WMO) VII. kongresszusán (1975-ben) mintegy 500 szakember határozta meg azokat a fő területeket, amelyekre kiemelkedő figyelmet fordítanak majd az elkövetkező négy évi időszakban.

A kongresszus hosszan tárgyalta a fejlődő országok problémáit. E viták eredményeként az alábbi világméretű kérdéseket jelölték meg, amelyek igénylik a meteorológiai támogatást is:

- a világ rohamosan növekvő népességének élelmiszer szükséglete;
- a megfelelő vízkészlet biztosítása minden emberi tevékenységhez;
- a Föld légkörének, tengereinek és egyéb vizeinek szennyeződése;
- a trópusi ciklonok pusztító hatásai;
- az éghajlatváltozások hatása;
- a meteorológiai információk alkalmazása az egyre fokozódó emberi tevékenység területein (pl. lakásépítkezés, új település, hajózás, légiforgalom stb); valamint
- az időjárás mesterséges módosítása.

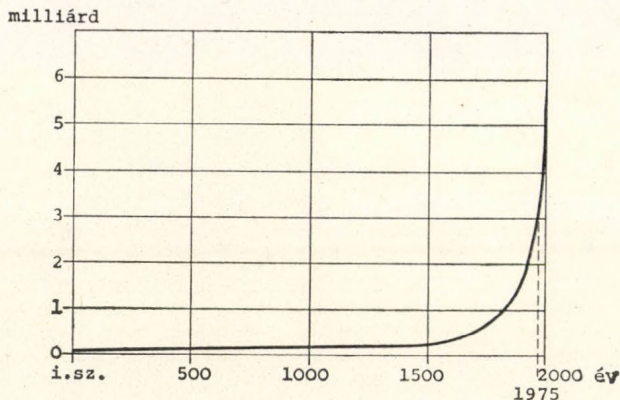
A XVI. Meteorológiai Világnap fő célja: ráirányítani a figyelmet az élelmiszer-termelés és az időjárás, ill. az éghajlat-ingadozások közötti igen szoros összefüggésekre. A Világnap kitűnő alkalom arra is, hogy a

nagyközönség, továbbá a világelelmezési elveket kidolgozó szakemberek, ill. a végrehajtást irányító gazdasági és politikai vezetők megismerhessék a Meteorológiai Világszervezet integrált tevékenységét a világ élelmiszer-termelésének elősegítése terén.

Hogy az élelmiszer-termelés előtt álló hatalmas feladatok méreteiről valóságos képet alkothassunk, elegendő néhány statisztikai adatot áttekintünk egyrészt a Föld népességének történelmi alakulásáról, másrészt az élelmiszer-termelés fejlődéséről, illetve e kettő párhuzamba állításáról.

Időszámításunk kezdetén mintegy 250 millióra tehető a Föld lakossága, s csak 1600 körül érte el az 1/2 milliárdot. Így nem kevesebb, mint 16 évszázad kellett a lakosság megduplázódásához. Alig 200 év telt el, s 1800-ban 1 milliárd, 1925-ben pedig már 2 milliárd ember élt a Földön. A megkésztereződéshez egyre kevesebb időre volt szükség. A 4 milliárdot 1980 körül érjük el. Az előrejelzések 2000-re több mint 6 milliárdra – egyes becslések 7 milliárdra – teszik a Föld várható népességét, így az elkövetkező 25 évben nem kevesebb, mint 60%-kal szaporodik az emberiség. (1. ábra) Ugyanennyi idő alatt tehát úgy kellene növelni az élelmiszer-termelést, hogy a maihoz képest 2,5 – 3,0 milliárddal több ember juthasson kielégítő mennyiségű táplálékhoz. A többlet élelmiszer-termelés pedig éppen egyenlő a háború utáni összterméssel, minthogy a Földön akkor élt annyi ember, mint amennyi szaporulat várható a következő negyedszázadban. A mezőgazdasági termelésnek 25 év alatt tehát annyit kell fejlődnie, amennyit az emberiség története alatt

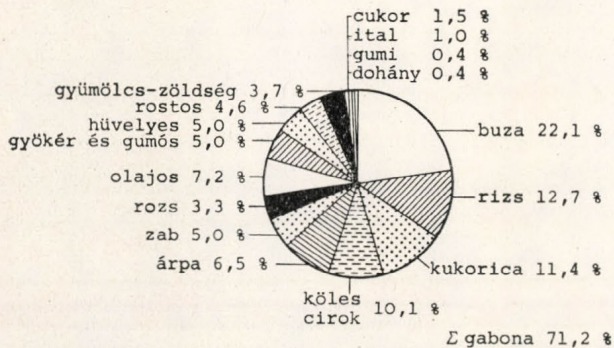
* / Az előadás elhangzott a XVI. Meteorológiai Világnapon



1. ábra. A népességfejlődés húsz évszázada (ENSZ adatok)

együttvéve elért a második világháborúig.

A döbbenetes mértékben szaporodó emberiségnek tehát egyre több élelemre lesz szüksége. Az Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezet (FAO) főigazgatója szerint a századforduló idejére gabonaneműekből több mint 100%-kal, húsfélékből mintegy 200–400%-kal kellene fokozni a termelést ahhoz, hogy a mai ellátási szint fennmaradjon (bár ma is több mint 2 milliárd ember elégtelenül táplált!).



2. ábra. A világnövénytermesztésének %-os arányai (Thompson nyomán)

A hozamok nagyfokú növelésére két lehetőség van. Egyrészt további területeket kell bevonni a termelésbe. Erre elsősorban az őserdők helyén, a sivatagos területeken, illetve a zord klímájú hideg éghajlati övezetekben nyílik lehetőség (Kanada, Szovjetunió), bár jóval költségesebb beruházásokkal, mint a kedvező növénytermesztési területeken [Smith, 1962; WMO-No. 220 TP. 117.].

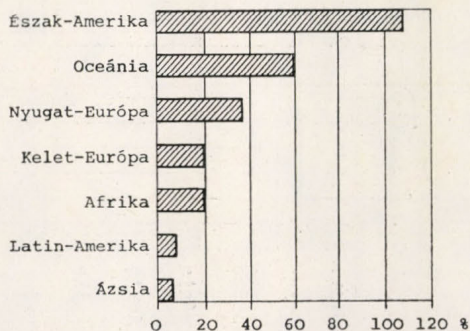
A kedvező éghajlatú övezetekben a mezőgazdasági területek ma már alig növelhetők. Sőt itt a termőterületek fokozatos csökkenésével kell számolnunk. Az emberi tevékenység ugyanis jelentős területeket ragad el a mezőgazdaságtól utak, települések, gyárak és egyéb létesítmények számára.

A fő élelmiszer-termelő térségekben tehát marad a második lehetőség: tovább kell fokozni az egységnyi területekre jutó terméshozamot. Minden határon túl azonban a termés sem növelhető, ugyanis az adott terület éghajlati potenciálja megszabja az egységnyi területen megtermeszthető biomassza-hozam felső határát.

Érdemes áttekintenünk azt is, hogy a népességszaporodással szemben hogyan fejlődött a világ élelmiszer-termelése az elmúlt évtizedekben. Mindenekelőtt vessünk egy pillantást a világ élelmiszer-termelésének százalékos megoszlására (a hústermelést nem tekintjük, minthogy – a halat kivéve – annak is a növénytermesztés az alapja).

A világ élelmiszer-termelésében legnagyobb szerepe a búzának és a rizsnek van, mintegy 35%-os a részesedése (2. ábra). A gabonaneműek együttvéve 71%-ot tesznek ki, vagyis csaknem háromnegyedét a világ összes élelmiszer-termelésének. Az élelmiszer-termelés kérdése tehát majdnem azonos a gabonatermesztés kérdésével. Az élelmiszer-termelés fejlődését a 3. ábrán mutatjuk be. Thompson (1965) adatai szerint 1935 és 1960 között Észak-Amerikában

megduplázódott a gabonatermés. Ehhez mindössze 25 évre volt szükség. Tegyük azonban hozzá, hogy ez nem az egységnyi területre jutó értéket, hanem az összhozamot jelenti. Benne van az is, hogy a szóbanforgó 25 év alatt az Egyesült Államokban és Kanadában számottevően új területeket vontak be a termelésbe. A fejlődés zöme azonban az agrotechnika, a termesztési technológia fejlődésének eredménye. Ez kedvező kilátásokra ad okot. Hasonló fejlődés következett be Európában is az 1960 és 1975 közötti 15 évben, az ún. zöld-forradalom időszakában (zöld-forradalomnak nevezik a mezőgazdasági termelés ugrás-



3. ábra. A gabonatermesztés fejlődése 1935–1960 között (Thompson nyomán)

szerű fejlődését). Vegyük azonban észre azt is, hogy ez az időszak nagyjából azonos a *műszaki-technikai forradalom* időszakával, a nagy beruházások idejével. A fejlődő és fejletlen országok mezőgazdasági termelésének ugrásszerű növeléséhez tehát föl-tételezhetően nélkülözhetetlen az adott országban a *műszaki-technikai forradalom* lejárásodása.

A világ élelmiszer igénye azonban nem fejlődött párhuzamosan az élelmiszer-termeléssel. Ezt szemlélteti a 4. ábra, amelyen a világ gabona exportjának és importjának alakulását mutatjuk be az utóbbi 40 évben [Thompson, 1965]. A 30-as évek második felében még számottevő gabonaexportőr volt Latin-Amerika, Kelet-Európa, Ázsia és Afrika, valamint Óceánia. Ebben az időszakban Nyugat-Európa vette föl a világ gabonafőlölségét. A 60-as évek közepére átalakult a gabonakereskedelem szerkezete. Említésre méltó mennyiséget csak Észak-Amerika és Óceánia exportált, s kisebb mennyiséget Latin-Amerika. A többi föld-rész ekkor már nem található az eladók sorában, sőt mint importőrök léptek be a nemzetközi élelmiszer kereskedelembe. A 60-as évektől tehát nemcsak Nyugat-Európa, hanem Kelet-Európa, Ázsia és Afrika is gabonabehozatalra szorult. A 70-es évek elejétől ez a kép tovább romlott, különösen a Szovjetuniót 1972-ben, 1974-ben és 1975-ben ért súlyos fagy- és aszálykár következtében kialakult alacsony gabonatermés miatt.

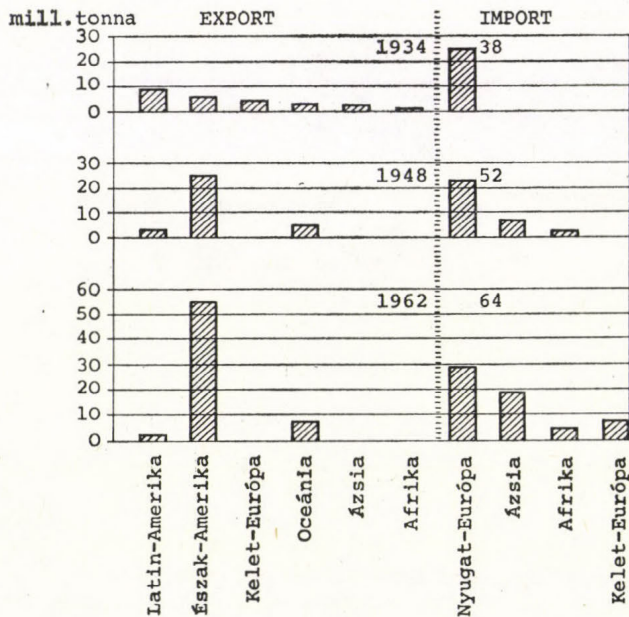
A gabona export-import eltolódások oka a kontinensek közötti egyenetlen fejlődés,

ami az elmúlt évtizedekben egyrészt a népszaporulatban, másrészt az élelmiszer-termelésben kialakult. A FAO római Élelmiszeri Világkonferenciáján 1974-ben rámutattak arra, hogy a következő években ez az arány tovább romlik, minthogy a népesedési ráta éppen azokon a területeken magas, ahol lassú az élelmiszer-termelés fejlődése [United Nations, 1975].

A világ élelmiszer-termelésének problémái

Napjainkban egyre nehezebb a folyton növekvő élelmiszer igény kielégítése. Jelek mutatnak arra, hogy az „olajválsághoz” hasonlóan rövid időn belül kialakul egy „élelmiszer-válság”. Ezt a tendenciát nagymértékben elősegítette a fő gabonatermesztő övezeteket sújtó kedvezőtlen időjárás (1972, 1974, 1975). A világ élelmiszerkészlete emiatt veszélyesen alacsony szintre csökkent, az 1966-os 66 napról 1975-ben 30 napra [Climate and . . . 1974].

A tartalékok leapadása és az utóbbi évek gyenge termése vezetett ahhoz, hogy a világ társadalmának tudatában felbukkant a „globális éhínség” veszélyének gondolata. Bizonyos jövőkutatók tudományosan nem kellően megalapozott előrejelzései szerint a „világ egy malthusi kataklizma szélén áll”. Anélkül, hogy hitelt adnánk az ilyen riasztó kijelentéseknek, tényként könyvelhetjük el, hogy a világ lakosságának nagyobb hányada éhínséggel küszködik. Bármilyen meteorológiai kutató- és



4. ábra. A világ gabonakereskedelmének alakulása az elmúlt 40 évben (Thompson nyomán)

szolgáltató tevékenység, ami enyhítheti ezt a tragikus helyzetet, fontos lépésnek számít a „globális jólét” megteremtéséhez.

A világ ételtermelésének súlyos helyzete arra ösztönözte az ENSZ-et és más nemzetközi szervezeteket, hogy nagyobb figyelmet szenteljenek az ételtermelésnek, de különösképpen az időjárásra és éghajlatra, mint meghatározó tényezőre.

Az 1974-ben Rómában megtartott Világélelmezési Konferenciára a WMO előterjesztést készített arról, hogy nemzetközi szinten a meteorológiai szolgáltatások miként segíthetik a világ ételtermelésének fejlesztését. Az előterjesztés alapján a konferencia felhívta a WMO-t, hogy a FAO-val együttműködve dolgozzon ki egy globális rendszert a meteorológiai információk hasznosítására. A határozatok a Meteorológiai Világszervezet feladatává tették a Föld gabonatermesztő övezeteiben várható terméshozamok becslését, a termés és az időjárás közötti kapcsolatok tanulmányozását, valamint az éghajlatváltozások, éghajlatingadozások mezőgazdasági hatásainak vizsgálatát. E feladatok megoldásához föl kell használni a már meglévő meteorológiai információkat, de ezeket a szükség szerint növelni kell, és alkalmassá tenni az új igények kielégítésére is [United Nations, 1975].

A Világkonferencia határozatai alapján kérték a meteorológiai kutatások fejlesztését is, amelyek elősegíthetik az ételtermelés fejlesztését. Súrgetőnek tartják a meteorológus szakember-képzést a fejlődő országokban. Felhívták a figyelmet a klimatológiai információk fontosságára a földhasználat megtervezésénél és a mezőgazdasági termelés irányításánál. Ezek az adatok nyújthatnak reális alapokat az ételtermelésre alkalmas új földterületek globális fölméréséhez is. Klimatológiai adatok alapozzák meg az öntözési, a lecsapolási és az árvízszabályozási munkálatokat, de szerepet játszhatnak a sivatag előretörésének meteorológiai megokolásánál is.

A WMO VII. Kongresszusán (1975) jóváhagyták a Világélelmezési Konferencia által kijelölt fenti tennivalókat [WMO Bulletin, 1975]. Egyben elhatározták, hogy a részfeladatok megoldása érdekében szükséges meteorológiai információkat eljuttatják a FAO keretében létrehozott Globális Tájékoztató és Gyors Figyelő Rendszer számára.

Az agrometeorológia szerepe az ételtermelésben

A VII. kongresszus határozatai a világ ételtermelése szempontjából négy csoportba sorolhatók:

1. *A meglévő agrometeorológiai ismeretek hasznosítása, új tevékenység kezdeményezése:*

A VII. kongresszus felhatalmazást adott az összes olyan agrometeorológiai tevékenység kiterjesztésére, amely valamilyen formában érinti az ételtermelés termelést. Nyomatékosan javasolja a fejlődő országok fokozott segítségét azon céllal, hogy ténylegesen felhasználhassák a már meglévő agrometeorológiai módszereket és ismereteket a saját mezőgazdasági rendszerük megtervezése során.

2. *Az éghajlatváltozások, ill. ingadozások hatása a mezőgazdasági termelésre:*

A kongresszus másik határozata felhívja a figyelmet az éghajlatváltozások, ill. ingadozások mezőgazdasági és társadalmi, valamint környezeti következményeinek intenzívebb tanulmányozására.

3. *Aktív időjárási beavatkozás kezdeményezése:*

A kongresszus formálisan hozzájárult ahhoz, hogy egy WMO programot szervezzenek az időjárás módosításának kérdésében. Ennek a programnak a fő eleme lenne egy igen gondosan és körültekintően megtervezett csapadék-növelési kísérlet. (Itt jegyezzük meg, hogy hazánkban 1976 februárjában hoztak minisztertanácsi határozatot a jégeső-elhárítás kísérleti megindítására Baranya megyében).

4. *Vízkezelés-feltárás a mezőgazdaság fejlesztése érdekében:*

A negyedik határozat kimondja, hogy az ételtermelés növelése érdekében fokozni kell a WMO tevékenységét a Föld vízkészletének feltárása terén.

A FAO Ételtermelés és Mezőgazdasági Gyors Figyelő Szolgálat optimális működésének egyik sarkalatos pontja éppen az, hogy a WMO milyen alkalmazható meteorológiai információkat tud a rendszerbe betáplálni a tagországokon keresztül. A VII. kongresszus véleménye szerint két munkaterületre bontható ez a tevékenység:

– a mezőgazdaságnak szóló időjárási előrejelzések fejlesztése és kiterjesztése,

– a múltban és a jelenben gyűjtött meteorológiai és klimatológiai információk rendszerezése és továbbítása.

Az eredményes időjárási előrejelzéshez nagy segítséget nyújt a Globális Megfigyelő Rendszer. Jelentős a Globális Légkörkutató Program erőfeszítése is, amit az időjárási előrejelzések bővítése, területi kiterjesztése és a beváltási százalék növelése érdekében tesz, illetve azok a vizsgálatok, amelyek az éghajlat-ingadozások feltárására irányulnak.

A FAO Gyors Figyelő Szolgálat felhasználhatja az USA új mesterséges holdjának anyagát is (Földi Erőforrások Technológiai Műholdja: ERTS). Az 1975 elején fellőtt bolygó a Föld teljes felszínét 18 naponként

tapogatja le. Az adatokat az USA vevőálmásain kívül lehívhatják Kanadában, Braziliában, Olaszországban és Iránban, a vételt azonban még további országokra is kiterjesztik.

Az ERTS többek között olyan adatokat gyűjt, amik lehetővé teszik a globális termeléselőrejelzést, mindenekelőtt a búzára, az árpára, a rizsre és a kukoricára. Jó támpontot nyújt a növényzet fejlődési állapotáról és az esetleges nagy kiterjedésű fertőzésekéről.

A WMO már a Világélelmezési Konferencia előtt is finanszírozott számos olyan meteorológiai programot, amely közvetlenül kapcsolódik az élelmiszer-termeléshez, ezt a tevékenységét az utóbbi évben még inkább kiterjesztette. A közép-afrikai országokat sújtó, ismétlődő aszály ösztönözte a „hét afrikai ország meteorológiai fejlesztési programját”. Egy másik fejlesztési program tervezi egy regionális meteorológiai központ létrehozását az említett térségben. A központban meteorológusokat képeznének, agrometeorológiai és hidrológiai kutatásokat végeznének. A regionális feladaton túl mind a 7 országban kezdeményeztek nemzeti programot is a klimatológiai, az agrometeorológiai és a hidrológiai infrastruktúra megteremtéséhez. A WMO további programot tervezett elő 1976-ra az időjárási viszonyok és a terméshozamok közötti kapcsolatok feltárására. Tanulmányterv áll már készen az afrikai aszály az általános légkörzés összefüggéseinek feltárására.

A WMO Agrometeorológiai Bizottsága számos munkacsoportot foglalkoztat az alábbi agrometeorológiai feladatok megoldása érdekében:

- a különböző növényállományok vízszükségletének függése az időjárási tényezőktől;

- a vízhiány (csapadékhiány) gyakorisága és annak kihatása a növény-talaj rendszerre;

- a földhasználat és a mezőgazdasági termelés meteorológiai aspektusai a zord éghajlatú területeken;

- a csapadék hatására föllépő talajrombolás és erózió;

- a mezőgazdaság igénye a rövid- és hosszútávú időjárási előrejelzések iránt;

- a búza, a rizs és a lucerna termesztését befolyásoló időjárási tényezők;

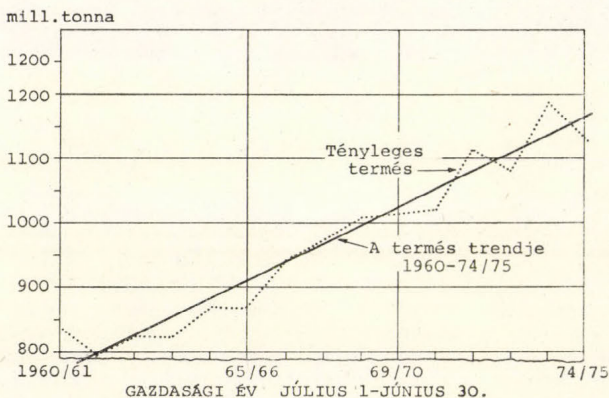
- matematikai modellek alkalmazása a növény fejlődésének meghatározására;

A világélelmezési probléma fenyegetésének és komolyságának felismerése most megnyitotta az utat egy dinamikusabb és kiterjedtebb WMO tevékenység előtt. Természetesen a 145 tagállam egyenként is törekszik azon meteorológiai szolgáltatások fejlesztésére, amelyek közvetlenül vagy közvetve elősegítik az élelmiszer-termelés fejlődését az országhatárokon belül. Ez egyben hozzájárul a világélelmezési probléma megoldásának elősegítéséhez is.

Éghajlatváltozás, éghajlatingadozás és élelmiszer-termelés

Távolról sem közömbös az éghajlatingadozás hatása a világ élelmiszer termelésére. Az élelmiszer export fő tétele a gabona. A világ gabonaexportjának 55%-át az USA, 12%-át Kanada, 6%-át pedig Ausztrália bonyolítja le [Collis, 1975]. A gabonaexport közel háromnegyede tehát mindössze 3 országból származik, vagyis a gabonafőlöslegét előállító termelés viszonylag kis területre koncentrálódik. Minthogy ezek a területek érzékenyek az időjárás és éghajlat változékonyságára, egy regionális méretű kedvezőtlen időjárás vagy éghajlatváltozás nagymértékben befolyásolhatja az élelmezési világhelyzetet.

Thompson (1975) vizsgálata szerint a kedvezőtlen időjárás (aszály, belvíz, árvíz,



5. ábra. A világ gabonatermésének alakulása az utóbbi tizenöt évben (Az adatok az USAMEzőgazdasági Minisztériumának Economic Research Service-től származnak, lásd Collis, 1975)

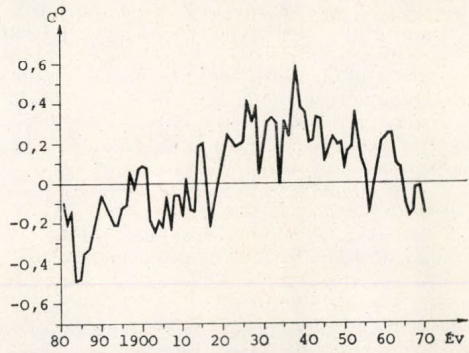
fagy) még regionális méretekben is csökkentheti a termést 10%-os nagyságrendben, annak ellenére, hogy a mezőgazdasági technológia ma már igen korszerű. Az agroklimatológiai kutatások szerint az 1955 – 1970 közötti időszak időjárása rendkívül kedvező volt a gabonatermesztő övezetekben. Az időszak ráadásul egybeesett a „zöldforradalommal”, vagyis a mezőgazdasági technológia robbanásszerű fejlődésével. Következésképpen a terméshozamok visszaesések nélkül egyenletesen és gyorsan emelkedtek, amint azt 5. ábránk is tanúsítja [Collis, 1975].

A kritikus fordulat 1972-ben következett be, amikor a világ gabonatermése az utóbbi közel két évtizedben először esett vissza. Hasonló helyzet állt elő 1974-ben is, sőt a legújabb adatok szerint 1975-ben is. Így az élelmezési igényekkel a világ élelmiszertermelése nemhogy lépést tudott volna tartani, hanem még a tartalék is igen erősen megcsappant. Jelen körülmények között egy újabb rossz időjárású év komoly ellátási zavarokat okozhat a világelelmezésben.

Érthető ezek után, ha a kedvezőtlen időjárású évek gyors egymás utáni bekövetkezése és az élelmiszer-termelésre gyakorolt hatása aggodalmat keltett. Gyorsan kialakult a nézet, hogy az ember okozta szennyeződés a felelős, és az időjárás viszonyok további romlása várható. Az éghajlatváltozás más elméletei a vulkáni hamura, különböző naptevékenységekre, ismeretlen eredetű éghajlati ciklikusságra és periodicitásra gyanakodnak.

Anélkül, hogy az éghajlatváltozás, ill. éghajlatingadozás lehetőségeinek és mezőgazdasági hatásának részleteibe bocsátkoznánk, megemlíthetjük a fontosabb föltételezéseket. Mindenekelőtt a szén-dioxid szerepét kell megemlítenünk. Az elmúlt tíz esztendőben a tüzelőanyagok fokozott élelgetése következtében évente 0,2 százalékkal növekedett a 0,03%-os alapkészlet. Számítások szerint a fokozódó koncentráció, s a jelenlegi felhasználás üteme mellett Földünk hőmérséklete 2000-ig 0,5 C°-kal emelkedik [Ward, Dubos 1975]. A felhasználás üteme azonban várhatóan nővekszik, minthogy a nagymértékű erdőirtás csökkenti a szén-dioxid természetes felhasználását, s mivel az iparosodás egyre fokozódik a fejlődő országokban is. Elképzelhető, hogy ezek következtében a jövő század első évtizedeiben 2 C°-kal is magasabb lesz a Föld légkörének hőmérséklete. Egy ilyen mértékű fölmelegedés hatása a mezőgazdasági termelésre már szinte fölmerhetetlen.

Más irányú eltolódást okozhat a légkörbe kerülő egyre több por, korom és gáz. Ezek a részecskék egymással és a vízgőzmolekulákkal kombinálódva megnövelhetik a Föld felhőzetét, ami a légkörhőmérséklet csökkenéséhez vezethet. Ez különösen nagy ha-



6. ábra. Az évi középhőmérséklet változása az északi féltekén (Interdepartmental Committee for Atmospheric Sciences jelentése, lásd

Collis, 1975)

tású lehet, ha pl. egybeesik egy természetes lehűlési periodussal. Anélkül, hogy hitelt adnánk a „kis jégkorszak” visszatérését előrevetítő elméleteknek, elgondolkodásra készítet az északi félgömb átlagos évi hőmérsékletének változásait 1880 óta bemutató 6. ábra [Collis, 1975]. Eszerint az 1940 – 1945 között kialakult hőmérsékleti csúcsot egy csökkenő tendencia követi egészen napjainkig. Még ebből sem lehet azonban messzemenő következtetéseket levonni. A tendencia ugyanis bármilyen évben megváltozhat, ha éghajlatingadozásról, nem pedig éghajlatváltozásról van szó. Amíg nincs lehetőségünk évekkal előrejelezni az időjárást, addig az éghajlati valószínűségek alapján föltételezhetjük, hogy a jövőben változékonysabb és szélsőségesebb időjárású évekre is számíthatunk, mint amilyenek az elmúlt kedvezőidőszakban voltak. Következésképpen az élelmiszertermelésben is várhatók visszaesések.

A közép-távú mezőgazdasági tervezés szempontjából az 1955 – 1970-es periódust rendellenesnek kell tekintenünk s inkább egy hosszabb (50 – 100 évi) klimatológiai adatsort kell alapul vennünk. A WMO felismerte az esetleges éghajlatváltozás jelentőségét az élelmezési helyzet alakításában, éppen ezért – a római Világelelmezési Konferencia fölkerésének is eleget téve – vilégméretű meteorológiai kutatási programot kezdeményezett az éghajlatváltozás, ill. éghajlatingadozás lehetőségeinek és hatásainak tanulmányozására.

Az élelmiszer-termelést érintő időjárás- és éghajlatingadozás kérdéseit az alábbi pontokban foglalhatjuk össze:

– Az élelmiszer-termelés évenkénti ingadozásának az időjárás változékonysága az egyik legfőbb, de ma még nem eléggé figyelembe vett oka.

– Az időjárás változékonyságának hatása különösen számottevő lehet napjainkban, amikor a gabonakészletek veszélyesen lepadtak, miközben az élelmiszer-termelés ütemét túlszárnyalja az igények növekedése. Ilyen helyzetben a kisebb termésű évek sorozata „globális élelmiszerhiányhoz” vezethet, komoly nyomást gyakorolva a nemzeti és a nemzetközi gazdasági életre.

– A jelenlegi helyzetet megelőző kedvező időjárású időszak (1955–70) anomália lehetett. A következő évek időjárása valószínűleg változókéonyabb és szélsőségszebb lesz, legalábbis félgömbi viszonylatban. Így számíthatunk arra, hogy az 5. ábrán bemutatott gyors növekedés az élelmiszer-termelésben csak nagy erőfeszítések árán és jelentős anyagi áldozatokkal tartható fent. Következésképp az élelmiszerhiány a várható változókéonyabb időjárás hatására minden valószínűség szerint tovább növekszik.

– Bár ma még nincs biztos módszer az évszakok és évek időjárásának pontos előrejelzésére, a változás valószínűségét meg lehet, sőt meg kell becsülni. Az ilyen valószínűségi előrejelzéseket föltétlenül figyelembe kell venni, mielőtt döntéseket hoznak az élelmiszerkészlet és az élelmiszerigény vonatkozásában.

Hogy az időjárás információkat eredményesen hasznosíthassák az élelmiszer-termelés fejlesztése során, 1. további kutatásokat kell végezni az időjárás változékonyságának és az esetleges éghajlatingadozásnak a jobb megértéséhez; 2. olyan operatív rendszert kell létrehozni, amely lehetővé teszi a leglényegesebb meteorológiai információk eljuttatását azon nemzeti és nemzetközi szervezetek és irányítók számára, amelyek, ill. akik felelősök az élelmiszer-termelés és tartalékképzés tervezésé-

ért és irányításáért; 3. ezeknek a szervezeteknek és vezetőknek föl kell ismerniök az ilyen időjárás és klimatológiai információk hasznosságát és gondoskodniök kell ezen szolgáltatások tényleges felhasználásáról.

E három feladat módszeres megoldása biztosítékot nyújthat arra, hogy az időjárás hatásait kellő súllyal vegyék figyelembe az élelmiszer-termelés reális kockázatátásának kiszámításakor, a várható terméshozamok időben történő előrejelzésekor, illetve az élelmiszer tartalékok ésszerű megállapításakor.

FORRÁSOK ÉS IRODALOM

- Collis, R. T. H.*, 1975.: Weather and world food. *Bull. Am. Met. Soc.*, Vol. 56., No. 10., pp. 1078–1082.
- Smith, L. P.*, 1962.: Weather and food. *WMO No. 113. TP. 50.*, FFHC Basic Study No. 1., pp. 80.
- Thompson, L. M.*, 1965.: Iowa agriculture, world food needs and educational response. *Centr. Agr. and Econ. Development*, Iowa State University, pp. 30, Ames.
- Thompson, L. M.*, 1975.: Weather variability, climatic change and grain production. *Science*, 188, pp. 535–540.
- United Nations*, 1975.: Report on the World Food Conference, Rome, 15–16 November 1974., pp. 64, New York.
- Ward, B. – Dubos, R.*, 1975.: Csak egyetlen Föld van. Közg. és Jogi Könyvkiadó, 388 oldal, Budapest.
- WMO Bulletin*, 1975.: Vol. XXIV. No. 4., pp. 217–258.
- WMO Bulletin*, 1976.: Vol. XXV. No. 1., pp. 3–64.
- NCAR Quarterly*, 1974.: No. 43–44; Climate and Politics of Food.

ГАНДИ, Л. С. — КАГАН, Р. Л.: *Статистические методы интерпретации метеорологических данных.* (Meteorológiai adatok interpretációjának statisztikai módszerei) Hidrometeorizdat Leningrád, 1976. 357 oldal.

Az ismert szovjet szakemberek új könyve főleg azokat a kutatásokat összegezi, amelyeket az utóbbi 15 évben a leningrádi Geofizikai Főobszervatóriumban (GGO) a szerzők és munkatársaik végeztek, de emellett részletesen elemzik a külföldi — köztük a magyar — eredményeket is.

A könyv — szerzői elképzelései alapján — a meteorológiai mérési eredményeknek a sztochasztikus folyamatok ún. korrelációs elmélete alapján történő interpretációját tárgyalja. Ezen elmélet értelmében a statisztikai szerkezet legfontosabb felhasznált karakterisztikája a korrelációs és a szerkezeti függvény.

A bevezető jellegű I. fejezet a meteorológiai adatok statisztikai interpretációjának alapproblémáját vizsgálja. Rövid történeti összefoglaló tartalmazza a szovjet meteorológusok ezen a téren elért eredményeit. Matematikailag ez a témakör *A. N. Kolmogorov*nak és *N. Wiener*nek a sztochasztikus folyamatok interpolációjára és filtrációjára vonatkozó elméletével kezelhető, amelynek meteorológiai alkalmazásában a szerzők is jelentős eredményeket értek el. A gyakorlat igényeire hivatkozva vezetik be a homogén és izotróp mező fogalmát, amely — mint minden közelítés — csak bizonyos hibahatárokon belül alkalmazható a valódi meteorológiai mezőkre.

A II. fejezet a meteorológiai mezők statisztikai makroszerkezetét tárgyalja. Alkalmazási célokra a korrelációs, a szerkezeti vagy spektrális függvényeket kell meghatározni, ezért nagy jelentősége van az ezek kiszámítására szolgáló számítógépes programrendszereknek. A szerzők vizsgálatai szerint egy ilyen programnak a meteorológiai sorok következő specifikumait kell figyelembe vennie: *a)* adathiányok a kiindulási megfigyelési anyagban; *b)* a felhasznált adatok lehetséges inhomogenitása; *c)* a megfigyelési sorok időbeli nem-stacionaritása.

A mérőeszközök tehetetlenségének a meteorológiai mérések pontosságára kifejtett hatása a III. fejezet témája. Lineáris mérőkészülékekre (a mérési folyamatot lineáris differenciálegyenlet írja le) szorítkozva a szerzők a mérendő elem időbeli statisztikai szerkezete alapján becslik a turbulens pulzációk kiszűrésével kapott átlagos érték pontosságát. Ezek az eredmények különösen alkalmasak arra, hogy hű képet kapjunk a valódi légkörbe kihelyezett adatszolgáltató berendezéseink működésének elvi helyességéről.

A IV. fejezet tárgya a meteorológiai mezők lineáris interpolációja és egyeztetése a statisztikai szerkezet alapján. Az itt kapott formulák adják az alapot az objektív analízis ún. „optimális interpolációs” módszeréhez, amelyről — más lehetséges eljárások ismertetése mellett — az V. fejezet szól. Az objektív analízis különböző módszereinek bemutatott összevetése alapján az a végső következtetés vonható le, hogy a ritka állomáshálózat tartományában legelőnyösebb az optimális interpolációt alkalmazni. Sűrű hálózat esetén az egyes módszerek között nincs érdemi eltérés.

Numerikus prognosztikai célokra differenciál-operátorokat kell alkalmaznunk a kiindulási meteorológiai mezőkre. A statisztikai szerkezet ekkor bekövetkező transzformálódását és a statisztikai értelemben optimális véges-differencia formulákat vezetik le a VI. fejezetben. Az itt bemutatott eljárások különösen alkalmasak eltérő tenzoriális rangú mezők egymáshoz igazítására.

A VII. fejezet részletesen foglalkozik a beérkező mérési eredmények feldolgozásának metodikájával. Ez magában foglalja az aerológiai és szinoptikai információk dekódolását, szintaktikai és szemantikai ellenőrzését. A szerzők külön hangsúlyozzák, hogy a szemantikai ellenőrzés leghatásosabb eszköze a komplex sztatikai, vertikális és horizontális statisztikai kontroll. Egyik lehetőségként az ember is bevonható ebbe a döntési folyamatba az ún. „man-machine mix”-eljárás keretei között.

Az utolsó fejezetben a meteorológiai állomáshálózat telepítésének problémáiról olvashatunk. Mivel a meteorológusok által adott információk népgazdasági haszna jelenleg számszerűen nem fejezhető ki a szükséges pontossággal, ezért a szerzők tisztán meteorológiai megfontolások alapján

határozzák meg az optimális állomás-sűrűséget. Ennek leghatásosabb módszere a *Drozdov – Sepeljevszkij* eljárás, ill. ennek *L. Sz. Gangyin* által továbbfejlesztett változata. Ugyanezen fejezet témája még a négydimenziós adat-asszimiláció.

A gondos kiállítását művet 285 irodalmi hivatkozás egészíti ki. Ezek felölelik a kérdéskör egész szovjet irodalmát és szerepelnek a legfontosabb külföldi cikkek is.

Összefoglalásul elmondhatjuk, hogy a könyv tanulmányozása bizonyosan hasznos lesz a meteorológiai mezők statisztikai szerkezetét és a numerikus prognosztika statisztikai vonatkozásait tanulmányozó szakembereknek és egyetemi hallgatónak.

Dévényi Dezső

БУЛЫКО, М. И. : Изменение климата (*Az éghajlatváltozások*). Gidrometeoizdat Leningrád, 974. 250 old. Ára 2 rubel 25 kop.

Az illusztris szerzőnek már több értékes munkájáról emlékeztünk meg az Időjárás hasábjain, amelyek az éghajlatváltozás kérdéseivel, a földi éghajlat jövőjével és a légkör elszennyeződésének következményeivel foglalkoztak. Ezúttal egy reprezentatív jellegű, összefoglaló mű fekszik előttünk, amelyet a Gidrometeoizdat díszes külső kiállításban bocsátott közre. A munka sajtó alá rendezője *M. I. Jucyin* volt.

A könyv fő tárgya a *fizikai klimatológia* módszereinek alkalmazása az éghajlatváltozás problémáira. Bemutatja a jelenkori éghajlat és a múlt korok éghajlatának főbb vonásait. Kimondja, hogy a földtani korok folyamán bekövetkezett éghajlatváltozásoknak két fő okuk volt: egyrészt a kontinensek megoszlásának megváltozása, másrészt pedig a levegő összetételében bekövetkezett változások. Aránylag kisebb méretű éghajlati változások származnak abból, hogy a sztratoszférában jelenlevő aeroszol töménysége megváltozik és ezáltal befolyásolja a Napról érkező energia-sugárzás felhasználási módját. Az utóbbi változások a vulkáni tevékenység élelenségi fokától függenek.

A szerző nagy gondot fordít azoknak a hatásoknak a tárgyalására, amelyeket az éghajlatváltozások az élővilágban fejtenek ki. A legutóbbi évtizedek folyamán a Föld éghajlata alá volt vetve azoknak az emberi eredetű behatásoknak, amelyek a szén-dioxid mennyiségének megnövekedéséből és a légköri aeroszol megdúsulásából származnak. Ez a befolyás jelenleg is rohamos mértékben növekedik, és megvan a lehetőség arra, hogy a Föld éghajlatának olyan drasztikus átalakulásait idézheti elő, amelyeknek messzemelő gyakorlati következményeik vannak. Ennek kapcsán kerül sor az éghajlat mesterséges befolyásolásának tárgyalására. A szerző véleménye szerint ez elsősorban oly módon érhető el, hogy az aeroszol-töménység bizonyos értékeit hozzuk létre és tartjuk fenn a sztratoszférában.

A mű gazdag tartalmából elsősorban a negyedkori éghajlat történetére és az éghajlat jövőjére vonatkozó fejtegetések kötötték le figyelmünket. Érdekesítően izgalmas az ökológiai válság lehetőségéről szóló alfejezet (239–256. old). Az egész munkát a szerző közismert alaposága és világos tárgyalási módja jellemzi.

Az irodalmi jegyzék az értékes forrásutalások tárháza. Nem kevesebb, mint 320 forrásmunkát nevez meg, ezekből 107 az orosz nyelvű és 213 az egyéb nyelvű dolgozat.

Aujeszky László

SCHRÖDER, W. : Entwicklungsphasen der Erforschung der leuchtenden Nachtwolken (*Az éjszakai világító felhők kutatásának fejlődési szakaszai*). Akad. d. Wiss. der DDR, Veröff. des Forschungsber. Geo-und Kosmoswiss. H. 5, Akad. Verlag Berlin 1975. 64 old. 1 ábra.

Treder, H. J. akadémikusnak, az NDK Központi Asztrofizikai Intézete igazgatójának előszavával bevezetett monográfia a magaslégkör fizikájának közel 100 éve ismert és kutatott jelenségével: a mezoszféra és a termoszféra határzónájában, 80 km táján, a magasabb földrajzi szélességeken megfigyelt éjszakai világító felhőkkel foglalkozik, ismerteti az évszázados kutatás történetét s az ezzel összefüggő klasszikus és korszerű elméleteket.

A világító felhők tudományos jelentősége a kutatások során túlnőtt a pompás optikai jelenség érdekességén, megfigyelésük a magaslégkör cirkulációjára, szinképi analízisük pedig a napfényt a magaslégkörből reflektáló részecskék fizikai tulajdonságaira szolgáltatott értékes adatokat. Ebben az értelemben egyetérthetünk a monográfia azon megállapításával, hogy a világító felhők kutatása a magaslégkör és a bolygóközi tér fizikája egyik pionír fejezetének tekinthető, amellyel az aerológia, majd az aeronómia a globális meteorológián, a légkör geofizikáján át elvezetett a kozmikus meteorológia és az űrkutatás kérdéseihez. A kezdetben egy érdekes optikai jelenségre korlátozódó témának ilyen nagymérvű és tanulságos kifejlődése megérdemli a történeti áttekintést s az asztrofizikus szerző, aki a világító felhők szakavatott kutatója, elismerést érdemel.

A monográfia 1. része a magaslégkör kutatása előtörténetének érintésével a Krakatau-vulkánnak 1883-ban bekövetkezett kitérését követő sporadikus megfigyeléseket ismerteti, amé-

lyek kimutatták, hogy a kitöréssel a légkörbe jutott részecskék az év végére az egész Földre kiterjedő rendkívüli alkonyati fényjelenségeket idéztek elő. A 2. rész az alkonyati pír fokozatosan csökkenő zavaraihoz kapcsolódó s Közép-Európában 1885-től megfigyelt világító felhők kezdeti kutatását ismerteti s ennek keretében részletesen bemutatja a Berlińi Csillagda átfogó programját. Az utóbbit a Csillagda kiváló munkatársa, *O. Jesse* dolgozta ki s ennek végrehajtásában 1899-ben bekövetkezett haláláig tevékenyen részt vett. Ezt a fejezetet a szerző *Jesse* életréjével kibővítve aránylag nagy részletességgel dolgozta ki s méltatja a századfordulóig intenzíven folytatódó berlińi magaslégkörkutatást, mint a később megszervezett nemzetközi programok előfutárát.

A 3. rész a világító felhők 1900—1974 közötti tanulmányozásáról közöl adatokat. A kutatásnak ezt a napjainkig nyúló szakaszát — ahhoz képest, hogy a téma ebben a $\frac{3}{4}$ évszázadban vált globális, sőt kozmikus érdekességűvé — aránylag vázlatosan és röviden, a Nemzetközi Geofizikai Év megemlékezésével és a nevesebb kutatók felsorolásával ismerteti a monográfia. A szerző bízást feloszthatta volna a kutatásnak ezt a hosszú szakaszát a Geofizikai Évet megelőző időszak inkább indirekt aerológiai módszerekkel kutató és a Geofizikai Évvel kezdődő, direkt módszereket alkalmazó és az űrkutatásba átlépő szakaszaira.

A 4. rész a világító felhők keletkezésére és sajátosságaira vonatkozó elméleti kutatásokat foglalja össze s a monográfia legerjedelmesebb részét alkotja. Az elmélet klaszikusai közül méltó emléket állít a Berlińi csillagda kutatóinak, a már említett *O. Jesse*-nek és *W. Foerster*-nek, majd *A. Wegener*-nek, akik a világító felhők elméleti kutatását hipotetikus kozmikus, ill. magaslégköri anyagok (bolygóközi finomeloszlású „ellenálló anyag”, ill. a hidrogénnél könnyebb „geokorónium”, továbbá meteorpor, vulkánkitörések, földi eredetű vízgőz jégkristályai hatékony jelenléteinek feltételezésével globális, ill. extraterresztrikus témává avatták.

A magaslégköri kutatások korszerű eszközei: a rakéta- és a lézertechnika, a tömegspektrográf, az inoszférakutatás, a műholdak stb. új utakat nyitottak a világító felhők megismerésében is. A monográfia gazdag irodalmi anyag felsorolásával érzékelteti a Nemzetközi Geofizikai Évvel megindult magaslégköri kutatások arányait, nagy lehetőségeit, fontosabb eredményeit. Mindenestre megállapítja, hogy a világító felhők mibenlétéről ma is feltehető, hogy anyaguk földi, ill. extraterresztrikus por, de indokolt az a föltevés is, hogy jégrészecskékből állnak, amelyek keletkezésében a porszemek, mint kondenzációs magok szerepelhetnek. Mindezen anyagok eredetéről, kémiai összetételéről, átalakulásairól pontos ismereteink ma sincsenek.

A jól összeállított monográfia meggyőzi az olvasót arról, hogy a világító felhők kutatása — most már szorosan összefonódva a jelenkor komplex aeronómiai kutatásaival — még számos megoldatlan kérdésre adhat választ s egyetérthetünk a monográfiát záró *Ertel*-idézzel: „Egy légköri jelenség akkor válik ismertté, ha sikerül a fizika törvényeiből deduktíve levezetni.”

Béll Béla

HILLE ALFRÉD 85 ÉVES

Augusztus 14-én betöltötte 85. életévét *Hille Alfréd*, a XX. századi magyar meteorológiai élet kiemelkedő, sok maradandót alkotó egyénisége, a magyar meteorológusok mindenki által tisztelt, szeretett nesztora.

Szegeden született. Ott végezte a középiskolát is, majd a budapesti tudományegyetem bölcsészeti karára iratkozott be. 1913-ban középiskolai tanári oklevelet szerzett, és nem sokkal később: 1914-ben kozmográfia – földrajz szakterületek doktorrá avatták. Alighogy kilépett az egyetem kapuján, az első világháború harterére kellett vonulnia. 1914 decemberében orosz hadifogságba esett és csak nyolc hónoszú esztendő után, 1922-ben térhetett haza. Tevékeny és kitartó, szorgalmas természete ezt a nehéz időt is gyümölcsözővé tette: gyarapította meteorológiai ismereteit és német, angol, francia nyelvtudása mellé szinte anyanyelvi tökéletességgel megtanult oroszul. 1922 után a hazai repülés akkori vezetőinek megbízásából megszervezte a magyar repülés-meteorológiai szolgálatot. Mint e szolgálat vezetője került szoros kapcsolatba az Országos Meteorológiai Intézettel. Hivatala: a későbbi Honvéd Repülő Időjelző Központ, melynek a második világháború végéig szakszolgálatos repülő ezredesként a vezetője volt, az Intézet Kitaiabel Pál utcai székházában működött. A sok hivatalos tennivalón kívül tudományos tevékenységre is találta időt: a szegedi egyetemen magántanár lett és mondhatni mindennapos résztvevője volt az intézetben folyó szakmai munkának is. 1926-ban jelent meg első könyve „A repülés eleme – Léghőkörtani ismeretek” címmel, elsősorban a polgári és katonai pilótáknak szánva. Úttörő munkát végzett a repülőgépes légkörkutató felszállások megszervezésével is. 1941-ben jelent meg második könyve: a „Léghőkörtan repülőkhöz számára”. Ebből is, akárcsak az elsőből, a magyar repülőkhöz egymást követő nemzedékei tanulták a meteorológiai ismereteket. 1945 után átkerült az Országos Meteorológiai Intézet állományába. 1949-ben az egész magyar előrejelző szolgálat vezetője lett, majd később a Hálózati Osztályt vezette. 1950-ben lerakta a jelenleg is működő balatoni viharjelző szolgálat alapjait. 1955-ben „Repülésmeteorológia” címmel megjelent harmadik könyve. Ugyanebben az évben a „földrajztudományok kandidátusa” lett. 1957-ben nyugalomba vonult ugyan, de továbbra is tevékenyen részt

vett a magyar meteorológiai életben: hosszú időn át alelnöke, majd elnöke volt a Magyar Meteorológiai Társaságnak.

Hille Alfrédre gondolva azonban nemcsak munkásságának elsorolt eredményei jutnak eszünkbe, hanem tiszteletre méltó emberi tulajdonságai is. Amikor tiszteletéről beszélünk, nemcsak a 85 éves életkorra gondolunk. Igaz, ez egymagában is tiszteletre méltó, hiszen az ilyen magas kor többnyire bölcsen berendezett, és talán első pillanatra ellentmondásosnak tűnik, de sok példa bizonyítja: tevékeny, szorgos munkában eltöltött életnek a jutalma szokott lenni. De *Hille Alfréd* iránt érzett tiszteletünk, megbecsülésünknek számos egyéb forrása is van. Említsük elsősorban azt a nyílt, barátságos, segítőkészséget, jóakaratot sugárzó magatartást, amellyel minden munkatársa felé fordult, amellyel mindegyiknek, kicsiknek és nagyoknak az ügyét igyekezett felkarolni, jó irányba terelni. Hosszú szolgálati ideje alatt nagyon sok és sokféle munkakört töltött be. Volt köztük nem egy olyan is, ami két embernek is elég lett volna. Különösen a háború alatt, majd az újjáépítés éveiben került szembe nem egyszer leküzdhetetlennek, az emberi erőt meghaladónak látszó nehézségekkel. Panaszkodni azonban nem hallottuk soha. Helytállt minden körülmények között, higgadtságát, csendes, finom modorát mindig megőrizve és mindenkor lelkiismeretes, gondos munkát véggezve.

Örömmel és hálás szeretettel gondolunk vissza a sok, hol viharosabb, hol csendesebb esztendőn át *Hille Alfréd* vezetése alatt végzett munkára és szívből kívánjuk, hogy még sok éven át örülhessen egészségben, békességben kezdeményező munkája egyre gazdagabb eredményeinek.

Rajkay Ö.

*

AZ EURÓPAI RÉGIÓ TÁVKÖZLÉSI MUNKACSOPORTJA

1976. május 11 – 20. között Genfben, a WMO székházában tartotta XI. ülést, amelyen 23 tagállam és 4 nemzetközi szervezet képviselőjében 30 fő vett részt. Hazánkat e sorok írója képviselte. A tárgyalások főbb pontjait az alábbiakban foglaljuk össze:

Az automatizált távközlési hálózat kiépítése. Az új, középsebességű és számítógép-vezérlésű

távközlési hálózat, az EMTN (Europaen Meteorological Telecommunication Network) kiépítésének fejleményeiről a delegátusok eléggé változatos képet adtak. A bennünket közvetlenül érintő szakaszon 1974 óta kevés előrehaladás történt: a Prága–Budapest–Bukarest–Szófia regionális fővonalon a középsebességű, 1200 bit/s-os forgalom még mindig nem indult meg. A késlekedést főleg a kompatibilis terminálok hiánya okozza; a budapesti központban máris egy év a késedelem a Prága–Bukarest vonalszakaszon a középsebességű forgalom bevezetésében.

A már automatizált központokban viszont akadályozza a hatékony adateserét az, hogy a hírközlést vezérlő számítógép csak az előírásoknak pontosan megfelelő módon lyukasított bulletinokat fogad el és ad tovább. Ha a bulletin fejlécében a szabványos formátumtól csak egy karakternyi eltérés is van a szabványos formátumtól, a komputer már hibát jelez, ismétlést kér s ez késést okoz. A régióban különösen a moszkvai világgéppontban okoz fennakadásokat a hibás fejléc, ezért a szovjet delegátus külön kérte a tagállamokat, fokozottabban ellenőrizték a távközlési operátorok munkáját.

Forgalmi előírások. A Globális Távközlési Rendszerre kidolgozott forgalmi előírásokat az ülés felülvizsgálta és a régióra néhány módosítást határozott el. Ilyen pl. az adatesere programjának összehangolása (elrettentő példaként említették, hogy Prága a teljes olasz anyagot öt irányból is külön-külön megkapja), a NAOS-egyezmény keretében fenntartott, valamint az önkéntesen észlelő hajók jelentéseinek gyűjtése stb. Az önkéntes hajók észleléseinek egyre nagyobb a jelentőségük a Globális Megfigyelő Rendszerben: jelenleg a főterminusokban 400–500, úton levő kereskedelmi hajó végez észleléseket.

Külön foglalkoztak az ülés résztvevői a kerülő irányú (kitérő) forgalom részletes szabályozásával – vonalszakadás, egyes központok üzemképtelensége esetén – az e témában korábban tartott szakértői ülések anyaga alapján. Hosszas vita folyt a bulletinok fejlécében a „LLLL” és „nnn” csoportok használatáról az automatikus szelekció céljából. A bulletinok formátumának, különösen a fejlécnek a megváltoztatása ellen többen is szót emeltek, mivel minden változtatás a már automatizált központoknál költséges újraprogramozással jár.

A forgalom ellenőrzése, „monitoring”. A közelmúltban a régió adatforgalmát kétszer is ellenőrizték: Az 1975. november 15–30. közötti felmérés során Budapest ismét igen jó eredménnyel végzett. A krónikás kellemes kötelessége informálni az olvasót arról, hogy a Globális Távközlési Rendszerben cirkuláló magyar SYNOP-ok és TEMP-ek a vizsgálat két hete alatt 100%-osan időben érkeztek a washingtoni világgéppontba. Hazánk ezzel a régió

tagállamai között – holtversenyben – az első négy között végzett, ami egyértelműen bizonyítja főállomásaink és távközlésünk dolgozóinak lelkiismeretes, pontos munkáját.

A másik felmérés 1976. április 5–7. között valamennyi európai központ bevonásával végeztek. Budapesten kétféle felmérés történt: az egyik csak a saját felelősségi zónába tartozó anyag leadását vizsgálta Prága felé, a másik pedig valamennyi, a főterminusokban vett bulletin érkezési idejét ábrázolta grafikus formában. Az utóbbi anyag igen jól tükrözi a régi, 50 Bd-os távközlési hálózat fogyatékosságait: a SYNOP-ok 1–2, a TEMP-ek 4–8 óras késéssel érkeznek még a szomszédos országokból is. A munkaigényes felmérés elvégzéséért a KEI dolgozóit illeti köszönet.

Az ülés megerősítette, hogy az analóg fakszimile még belátható ideig megmarad, de valószínű, hogy a 240 ford./perc sebességű adás – legalábbis egyes térképajtakra – néhány éven belül bevezetésre kerül. A főtrónk-vonal Washington – Bracknell szakaszán rácápon adatesere is folyik, továbbá megkezdték a digitális fakszimile kísérleteket. Ezek általános elterjedésének azonban hiányoznak a technikai feltételei.

A meteorológiai műholdak távközlési alkalmazása. Az 1977 szeptemberében felbocsátásra kerülő METEOSAT geostacioner műhold bizonyos mértékig távközlési célokat is szolgál majd: összegyűjti az úszó bóják, automata állomások, ballonok és önkéntes hajók észleléseit, azonkívül – s ez a konkrét felhasználás részünkre – mint relállomás, fakszimile térképeket is továbbít az európai meteorológiai szolgálatoknak a WEFAX program keretében. (Itt emlékeztetjük az olvasót, hogy 1968-ban szolgálatunk sikerrel vett részt az első WEFAX kísérletben és igen jó minőségű térképeket vetünk az akkori ATS-3 műhold közvetítésével).

A munkacsoport ülése – a WMO nyújtotta kiváló technikai feltételek mellett – alkotó, baráti légkörben zajlott le.

Mezősi M.

*

A KOZMIKUS METEOROLÓGIAI ÁLLANDÓ MUNKACSOPORT IX. ÜLÉSE

1976. május 17–24. között Miskolcon tartotta IX. ülését a szocialista országok Kozmikus Meteorológiai Állandó Munkacsoportja.

Az értekezlet az „Interkozmosz” programjainak megfelelően a kozmikus tér kutatása és békés célú felhasználása terén folyó együttműködés keretében tartották meg.

A tanácskozáson a Bolgár Népköztársaság, a Magyar Népköztársaság, a Német Demokratikus Köztársaság, a Kubai Köztársaság, a Mongol Népköztársaság, a Lengyel Népköztársaság, a Román Szocialista Köztársaság, a Szovjetunió és a Csehszlovák Szocialista Köztársaság küldöttei vettek részt.

Az értekezlet résztvevői megtárgyalták a közös munka eredményeit és megállapították, hogy 1975-ben sikeresen teljesítették a műholdas meteorológia és a felső légkör rakétás kutatásaira vonatkozó terveket. A munkabizottság meglepéssel emelte ki, hogy 1976 májusában a „Meteor” típusú szovjet meteorológiai műholdon egy kísérlet indult meg a légkör távszondázására egy, az NDK-ban az egyeztetett tervek szerint kifejlesztett és elkészített spektrométer-interferométer segítségével. Ennek a kísérletnek az eredménye lesz az alap a légkör meteorológiai paramétereinek távmérését célzó módszerek további tökéletesítéséhez és gyakorlati alkalmazásához.

Az értekezleten megvitatták a közös kutatások és kísérletek 1976–1977 évi terveit az együttműködés konkrét témáira vonatkozóan.

Az értekezlet a testvéri barátság és a teljes egyetértés légkörében zajlott le.

Barát J.

*

ÖNTÖZÉSMETEOROLÓGIAI SZAKMAI NAP SZARVASON

A Magyar Meteorológiai Társaság Agrometeorológiai szakosztálya és a Magyar Agrártudományi Egyesület szarvasi csoportja öntözésmeteorológiai szakmai napot rendezett Szarvason május 20-án, a múlt évben felavatott agrometeorológiai obszervatóriumban. A szépszájú helybeli és vidékről érkezett hallgatóság előtt *Varga H. Zoltán* igazgató, a MMT Agrometeorológiai szakosztályának elnöke vázolta azt a kutató és operatív munkát, amelyet az OMSZ agrometeorológiával foglalkozó munkatársai végeznek és amelynek jelentős bázisa a szarvasi obszervatórium. *Pozsgai Imre* az Öntözési Kutató Intézet igazgatóhelyettese, a MAE helyi csoportjának elnöke vendéglátóként üdvözölte a szakmai nap résztvevőit, egyben örömet fejezte ki afölött, hogy alkalom nyílt az agrometeorológusok és mezőgazdasági kutatók közötti eszmecsere.

A szakmai nap központi eseménye *Posza István* obszervatórium vezető (OMSZ) és *Szalóki Sándor* osztályvezető (ÖKI) előadása volt, amelyben az előadók az öntözővízigény tér- és időbeli alakulására ható meteorológiai tényezők szerepét és egymáshoz viszonyított arányát, illetve az ehhez kapcsolódó agrotechnikai eljárások és termőhelyi adottságok összjátékának eredményeként a növényfejlődést, termésalakulást mutatták be. A nagy érdeklődést kiváltó előadásokat – amelyek egyben a Szarvason folyó, több mint évtizedes kutatások történeti fejlődését is bemutatták – igen élénk, a jövő fejlődési irányait is felvillantó vita követte; ennek lényegét az összefoglaló zárószóban az elnöklő *Varga H. Zoltán* olyanképpen fejezte ki, hogy az öntözéses gazdálkodás meteorológiai feladatait véglegesen a pontos, speciális rövid-, közép- és hosszú távú előrejelzések oldhatják meg. Biztató, hogy az

OMSZ megfelelő kutató részlegei intenzíven foglalkoznak e feladat megoldásával.

Délután a résztvevők az ÖKI és az agrometeorológiai obszervatórium igen változatos, jól műszerezett laboratóriumi és szabadtéri kutatásait tanulmányozták és sok, a vizsgálókat rendszerét és célját érintő kérdést intéztek az irányító kutatókhoz. A jól sikerült szakmai napot a késő esti órákig tartó, a délelőtti vita szabadabb formában történő folytatására is alkalmat adó kötetlen, baráti légkörű együttlét zárta.

Kéri M.

*

SVÉD HIDROLÓGUSOK TANULMÁNYÚTJA

Az uppsalai egyetemről 20 főnyi hidrológus csoport tartózkodott hazánkban május 17-e és 20-a között. Tanulmányi programjukat az Országos Meteorológiai Szolgálat szervezte.

Látogatásuk során négy intézményben ismerkedhettek a Magyarországon folyó meteorológiai, hidrológiai és hidrogeológiai kutatások legújabb eredményeivel.

Az OMSZ Központi Meteorológiai Intézetében tájékoztatást kaptak az ott folyó meteorológiai és hidrometeorológiai kutatásokról. *Ambrózy Pál* igazgató és *Götz Gusztáv* tudományos főosztályvezető az intézetben folyó korszerű adatgyűjtési, adatfeldolgozási és adattárolási rendszerről adott átfogó képet. Az előadásokat az adatközpontban működő számítógép-rendszer megtekintése követte, ahol részletekbe menő konzultáció alakult ki. A szakmai látogatás befejeztével a vendégesortot vezető *B. E. Rydén* professzort fogadta *Czelnai Rudolf*, az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke.

A *Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben Haszpra Ottó* tudományos főosztályvezető mutatta be a hidraulikai laboratóriumban folyó kísérleteket, kiemelve a jövőben főlépülő dunakiliti és nagymarosi vízlépcső modellkísérleteit, majd *Györke Olivér* tudományos főmunkatárs a szélesebbég hatására a Balatonban kialakuló áramlások és hordalék-vándorlások modellkísérleteit ismertette. A modellkísérletek bemutatása után a vendégek számos kérdést intéztek az előadókhoz.

A hidrogeológiai térképezés módszereiről és hazai eredményeiről, továbbá a felszín alatti vizek kutatásának kérdéseiről *Rónai András* tudományos osztályvezetőtől hallhattak részletes számolót a *Magyar Állami Földtani Intézetben*. A tájékoztatást követő konzultáció és intézeti látogatás során elhangzott kérdéseket és válaszokat mind a svéd, mind a magyar szakemberek igen természetesen és hasznosnak ítélték.

A tanulmányi látogatások sora az *MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetében* zárult, ahol *Várallyay György* tudományos osztályvezető mutatta be az intézet legújabb kutatási eredményeit. A svéd hidrológusok

főként a talajfelszín és a talajvízszint közötti szelvény háromfázisú talajrétegeiben végbemenő víz mozgásának és előrejelzésének, továbbá a talajvízből a talajvízszint fölötti rétegekbe jutó víz mennyiségének kvantitatív meghatározási módszereiről rendeztek élénk eszmecsere-t.

A jól sikerült intézetlátogatási programot egy Balaton körüli tanulmányi kirándulás egészítette ki. Az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet által közösen rendezett szakmai kirándulás során megismerkedtek a *VITUKI balatonszemesi kutatóállomásának* munkájával. *Baranyi Sándor* tudományos osztályvezető adott itt összefoglaló értékelést a Balaton vízháztartási rendszeréről, a tó szennyeződésének és vízminőségének kérdéseiről, valamint az utóbbi években tapasztalható eutrofizálódási folyamatokról és az okok vizsgálati módszereiről. Ezt követően az *OMSZ Központi Légkörfizikai Intézetének keszthelyi agrometeorológiai kutatóállomásán* tanulmányozták az evapotranspirációs méréseket és a hidraulikus liziméterrel folyó vizsgálatokat. *Kozma Ferencné* tudományos osztályvezető tájékoztatta a csoportot a különböző típusú párolgásmérőkkel folyó kutatásokról, a széles körű sugárzás- és hőháztartás mérésekről, valamint az agro- és hidrometeorológiai adatgyűjtés során ott alkalmazott korszerű digitális távmérő technikáról. Végül a vendégek megismerkedhettek a keszthelyi meteorológiai főállomás adatgyűjtési és adattovábbítási rendszerével is. A jól sikerült négynapos konzultáció-sorozat, valamint a legfrissebb szakmai nyomtatványok cseréje lehetővé tette a legfrissebb kutatási eredmények kölcsönös megismerését és számos új gondolatot adott a további munkához.

Antal E.

*

AZ MMT ELŐADÓ ÜLÉSE

Kapovits Albert tud. főosztályvezető „*Időjárás radar és vízgazdálkodás*” c. előadása 1976. március 4-én hangzott el a Technika Házában. Előadása szakmai és élménybeszámoló volt az 1975. december 15–18. közötti angliai tanulmányútról, amelynek tapasztalatairól lapunk f. évi 2. számának 116–117. oldalán az előadó által megírt tudósítást már közöltük. Természetszerűen a bővebb, részletekre is kiterjedő és számos eredeti dokumentációs anyagot is bemutató előadás a hallgatóságból élénk érdeklődést, számos kérdésfeltevést és hozzászólást váltott ki.

Lőrincz A.

*

AZ MMT REPÜLÉSMETEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLYA

A Társaság Repülésmeteorológiai szakosztálya 1976. április 22-én a MTESZ Anker közeli színházában tartott előadó ülésén *Vissy Ká-*

roly a Központi Előrejelző Intézet tud. osztály vezetője „*A közforgalmon kívüli polgári repülés meteorológiai biztosításának magyarországi rendszerét*” ismertette. Választ az a fejlődési folyamatot és a gyakorlatnak azokat a már követelménnyé fokozódott igényeit, amelyek végülis a közforgalmon kívüli polgári repülés, hosszú idő óta napirenden tartott, eligazítási rendszernek létrehozására vezettek. Ismeretes, hogy a nem közforgalmi jellegű polgári repülés meteorológiai biztosítását 1975. január elsejétől az Országos Meteorológiai Szolgálat vette át.

Az előadó hangsúlyozta, a különleges szakmai feladatnak, a meteorológiai biztosításnak alapeleme: a mezoszínoptikai analízisek és előrejelzések mind nagyobb arányú bevezetése. Legfontosabb és legsürgősebb feladat tehát a minél több mezoszínoptikai objektív analízis és minél több mezoszínoptikai előrejelzési módszer, számítógépen történő futtatásra is alkalmas, kidolgozása annak érdekében, hogy az *ultrarövid-távú előrejelző rendszer* mielőbb megvalósulhasson.

A problémákat tárgyilagosan feltáró, kitűnő előadást az ülés elnöke *Béll Bélának* méltató és számos szakmai vonatkozású tanácsot tartalmazó összefoglaló szavai követték.

Ezután sor került a szakosztály elnökének és titkárának újraválasztására. Ennek eredményeként a Repülésmeteorológiai szakosztály *Vissy Károly* tud. osztályvezetőt elnökévé, titkárává pedig *Szalma János* tud. főmunkatársat, egyhangúlag megválasztotta.

Tóth P.

*

DÉVÉNYI DEZSŐ TANULMÁNYÚTJA LENINGRÁDBAN

1976. március 19-én hazaérkezett egyéves leningrádi TESCO-tanulmányútról *Dévényi Dezső*, a Központi Meteorológiai Intézet numerikus experimentációs csoportjának tudományos segédmunkatársa. Munkatársunk a geofizikai főobszervatóriumban (GGO) a meteorológiai mezők Monte Carlo-módszerrel történő szimulálását és mezo-skálájú analízisét tanulmányozta *L. Sz. Gandin* professzor vezetésével. Konzulensei *R. L. Kagan* professzor, továbbá *K. M. Luginin*, *L. V. Ruhovec* és *E. I. Fedorczenko* voltak, akiknek az irányításával a következő területeken végzett kutatásokat:

- a meteorológiai mezők statisztikai szerkezetének, sztochasztikus szimulációjának, objektív analízisének és egyeztetésének elméleti kérdései;
- a meteorológiai mezők statisztikai szerkezetének meghatározásának általános módszerei, konkrét empirikus keresztkorrelációs függvények kiszámítása és approximációja;
- mezo-skálájú analízis séma kidolgozása az optimális egyeztetés elvének felhasználásával és az elérhető pontosság *a priori* becslése;

— az optimális egyeztetésnél bevonandó segéd-állomások számának becslése a megfigyelő állomások elhelyezkedésének sztochasztikus modellezésével.

A kutatómunkán kívül természetesen alkalma nyílt a leningrádi hidrometeorológiai főiskolán *Gandin* professzornak az időjárás prognózisának numerikus módszereiről tartott előadásain is részt venni.

Dévényi Dezső 1975. október végén fölkereste a moszkvai hidrometeorológiai központot is, ahol *Sz. L. Beluszov* irányításával az intézményben folytatott operatív numerikus előrejelzési munkák menetével ismerkedett meg.

Tanulmányútja kulturális részének kiemelkedő élménye volt 1976 februárjában a fekete-tengeri Gelendzsik üdülőhelyen a Szovjetunióban tanuló néhány más magyar kollégával eltöltött öt kellemes nap.

Götz G.

*

AZ MMT ORVOSMETEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLYÁNAK ELŐADÓ ÜLÉSE

A Magyar Meteorológiai Társaság Orvosmeteorológiai szakosztálya 1976. május 5-i előadói ülésén *Megyer Sándorné* pszichológus, az Országos Orvosszakértői Intézet tudományos főmunkatársa tartott előadást „*Repülőgépezetők teljesítmény-vizsgálatában észlelt néhány változás, termikus, időjárási és kozmikus tényezők figyelembevételével*” címmel, melyben *Örményi Imre* meteorológussal (ORFI) közösen végzett munkájukat ismertette.

Az előadó kiemelte, hogy hazánkban a légi közlekedés biztonsága érdekében a repülőgépek hajózó állományának egészségi állapotát és terhelés melletti teljesítményét igen alaposan — bizonyos vonatkozásokban a nemzetközi ajánlásokat meghaladó mértékben is — évente rendszeresen ellenőrzik. Ennek egyik fázisaként a vizsgált személyeket barokamrában rövidebb ideig 500, ill. 200 Hgmm-ig terjedő légritkításos terhelésnek vetik alá.

Az előadás e fiziológiai terhelés utáni ismételt pszichológiai teszt-vizsgálatok eredményeinek statisztikai elemzését mutatta be, a vizsgált egyének frontérzékenység szerinti csoportosításban. Az előző év különböző napjain kis csoportokon végzett vizsgálatok eredményeit az illető napokon uralkodó időjárási és kozmikus tényezők figyelembevételével homogenizálták. A statisztikai elemzésekben kitént, hogy a légritkításos terhelésre legintenzívebb teljesítmény csökkenéssel az erősen

melegfront-érzékeny egyének reagáltak. Az igen érdekes, újszerű és speciális szakterületen folyó vizsgálatok eredményeit ismerető előadást élénk vita követte, amelyben többek között *Gajzágó László*, *Kéri Menyhért* és *Predmerszky Tibor* vett részt.

Gajzágó L.

*

VIETNAMEI ASPIRÁNSOK KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉSÉNEK VITÁJA

Pham Van Nghien vietnamei aspiráns „*A dél-kelet-ázsiai tájfunok vizsgálata műholdas felhőképek alapján*” című kandidátusi értekezésének vitája 1976. február 20-án zajlott le a Magyar Tudományos Akadémián. Az aspiráns alapvető feladata az volt, hogy a műholdas felhőképekből a tájfun mélységének, földfelszíni és 500 mb-os középpontjának meghatározására módszert dolgozzon ki, továbbá, a felhőrendszer figyelembevételével javítsa a tájfun áramlási mezejének analízisét.

A feladat sikeres elvégzését az eredmények hosszú listája bizonyítja. Ebből kiemeljük azt a megállapítást, miszerint a tájfun területén belül az 500 mb-os áramlási mezőt a hozzátartozó felhőrendszerrel felmutatott kapcsolat modellje alapján lehet korrigálni. A módosított adatok beépíthetők a numerikus előrejelzési modellekbe, és ezáltal javítható az előrejelzés.

Pham Vu Anh aspiráns kandidátusi értekezésének védésére 1976. április 23-án került sor. „*A légköri frontok áthelyeződési sebességének újabb meghatározása*” c. disszertáció megírásával a szerző arra keresett választ, hogy milyen szerepet játszik a hideg és a meleg levegő a front áthelyeződésében, van-e kapcsolat a frontsebesség és a hőmérsékleti kontraszt között, s végül milyen a légáramlás a front térségében. Bár e kérdések megválaszolásával már sok kutató foglalkozott, *Pham Vu Anh* kísérlete mégis eredetinek, eredményesnek bizonyult. Elméleti formulát vezetett le a frontsebesség megállapítására, majd azt 35 front esetében sikeresen alkalmazta. Ezek közül három esetet részletesen is analizál disszertációjában.

Mindkét kutatási téma úgy került kijelölésre, hogy az eredmények Vietnam meteorológiai viszonyainak elemzése során és az időjárás előrejelzésében alkalmazhatók legyenek. Ebben a szerzők sok segítséget és ösztönzést kaptak *Tánczer Tibor*, ill. *Ozorai Zoltán* aspiránsvezetőktől.

Ambrózy P.

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

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

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



76.1801 Athenaeum Nyomda, Budapest — Íves magasnyomás
Felelős vezető: Soproni Béla vezérigazgató

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

INDEX: 26,361

