

IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

TARTALOM

<i>Antal Emánuel: A mezőgazdaságnak nyújtott meteorológiai szolgáltatás hatékonysága</i>	249
<i>Dobosi Zoltán: A Föld-légkör rendszer sugárzási egyenlege és a klímaövek eltolódása (angol nyelven)</i>	257
<i>Práger Tamás: Hidrodinamikai módszer a Kárpát-medence időjárásának finomfelbontású előrejelzésére II.</i>	263
<i>Götz Gusztáv: Az első globális GARP-kísérlet összetett megfigyelő rendszere</i>	276
<i>Krónika</i>	299

CONTENTS

<i>Antal, E.: Efficiency of Meteorological Services Offered to Agriculture</i>	249
<i>Dobosi, Z.: Influence of the Shift of Climatic Regions on the Radiation Balance of the System Earth-Atmosphere (English text)</i>	257
<i>Práger, T.: A Hydrodynamical Method for Finely-Resolved Weather Forecasting in the Carpathian Basin</i>	263
<i>Götz, G.: The Composite Observing System of the First GARP Global Experiment (FGGE)</i>	276
<i>Chronicle</i>	299

IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA
JOURNAL OF THE METEOROLOGICAL SERVICE
OF THE HUNGARIAN PEOPLE'S REPUBLIC

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG - EDITORIAL BOARD:

AMBRÓZY P. (Budapest)	VAN MIEGHEM, J. (Bruxelles)
ANTAL E. (Budapest)	NGUYEN-XIEN (Hanoi)
BAUR, F. (Bad Homburg)	OKOLOWICZ, W. (Warszawa)
BESSEMOULIN, M. J. (Paris)	PASZINSKY, J. (Warszawa)
BOSSOLASCO, M. (Genova)	PÉCZELY GY. (Szeged)
BÖHME, W. (Potsdam)	RADINOVIĆ, D. (Beograd)
BUDYKO, M. I. (Leningrad)	RÁKÓCZI F. (Budapest)
ČADEŽ, M. (Beograd)	ŠAMAJ, F. (Bratislava)
DAVITAJA, F. F. (Tbiliszi)	STEINHAUSER, F. (Wien)
DONEAUD, A. (Bucuresti)	STELCZER K. (Budapest)
GÖTZ G. (Budapest)	SZEPESI D. (Budapest)
GULYÁS O. (Budapest)	TAKEUCHI, K. (Tokio)
KONČEK, M. (Bratislava)	TUVDENDORZS, D. (Ulan-Bator)
LOGVINOV, K. (Kijev)	VARGA-HASZONITS Z. (Budapest)
MÄDE, A. (Halle/Saale)	VITEK, V. (Praha)
MÉSZÁROS E. (Budapest)	WHITE, R. M. (Rockville)

ELNÖK - CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD:

BODOLAI I. (Budapest)

SZERKESZTŐ - EDITOR: LŐRINCZ ANNA (Budapest)

Szerkesztőség - Editorial Office:

H-1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1. HUNGARY

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 5. szám. 1978. szept. — okt.
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 5 September — October 1978 Budapest

A mezőgazdaságnak nyújtott meteorológiai szolgáltatás hatékonysága

ANTAL EMÁNUEL, Központi Légtérfizikai Intézet, Budapest

Efficiency of Meteorological Services Offered to Agriculture. The use of fertilizers and agricultural water resource management are requiring a new and more extended kind of meteorological information. Procuring and systematically requiring this surplus information is connected with higher expenses. This paper is briefly describing a method for approximately evaluating the efficiency of meteorological services in the fields of both agricultural activities in question (i. e. fertilizer use and water resource management). Efficiency is characterized by the usual gain/expense index. It is discussed, which are the factors, which could or should be taken into account. Expense factors are, in equation (3), divided into components, and they are, under (6) and (7), specified to agricultural operation units and to quadrangles of crop production. By using these equations, a particular example is presented for the calculation of the gain/expense index as a function of weather conditions and of climate for a fertilized area. In the second part of the paper, the economical efficiency of agricultural water management is analyzed, this being a field which is highly depending on weather conditions. The relations existing between irrigation and meteorological services are emphasized. Among the further investigations which appear to be desirable ones on this subject, the Author is underlining a more exact evaluation of the agricultural damages caused by weather factors, without which it is impossible to construct, with the necessary degree of reliability, a loss-function for the damages caused by meteorological factors in the fields of fertilizer use and agricultural water management. In the opinion of the Author, concerning the elucidation of the economical efficiency of meteorological services, the primordial need for the future consists in the development of an evaluation method which is extending also to details. However, a quantification of the results cannot be obtained without a co-operation in the evaluation on the side of the agricultural units which are immediately profiting from the meteorological services.

✱

Эффективность метеорологического обслуживания сельского хозяйства. Применение искусственного удобрения и сельскохозяйственное водное хозяйство требуют использования все новой и более многосторонней информации. Приобретение этой дополнительной метеорологической информации и ее систематическое получение сопровождаются значительной затратой времени. В настоящей работе коротко описывается приближенный метод, позволяющий оценивать эффективность метеорологического обслуживания отдельных областей сельского хозяйства (удобрение, водное хозяйство). В предлагаемом методе, в качестве характеристики эффективности применяется общепринятый коэффициент «выгода/затраты». В работе анализируются факторы затрат, которые целесообразно или необходимо учитывать в соотношении, описывающем коэффициент польза/затраты. В формуле (3) расходы разбиваются на составляющие, а в формулах (6) и (7) они детализируются для сельскохозяйственных организаций и для обрабатываемых участков. Приводится конкретный пример вычисления коэффициента польза/затраты с использованием указанных уравнений, для участка, на котором удобрение осуществлялось в зависимости от погоды и климата. Во второй части работы анализируется экономическая эффективность метеорологической информации, используемой в области сельскохозяйственного водного хозяйства, в весьма большой степени зависящего от метеорологических условий, причем подчеркивается связь орошения с метеорологичес-

ким обслуживанием. Из дополнительных исследований, необходимых в области рассматриваемой темы, автор считает весьма важной задачей уточнить оценки сельскохозяйственных ушибов, без чего невозможно достоверно построить функцию потерь в области удобрения и сельскохозяйственного водного хозяйства, связанных с погодой. По мнению автора, при выяснении экономической эффективности метеорологического обслуживания сельского хозяйства необходимо, прежде всего, разработать методов оценки, охватывающих и детали. Однако, получить численные величины оценки невозможно без участия в этой работе сельскохозяйственных организаций, являющихся непосредственными потребителями метеорологической информации.

✱

A termelés tervszerű irányításában renkívüli nehézségeket okoz az időjárás hatásának tulajdonítható terméseredmények évenkénti ingadozása. A termés stabilitásának biztosítása magas szinten, valamint a kedvezőtlen időjárási hatások kiküszöbölése ma az agronómia egyik legfontosabb feladata.

A termelékenység emelésében napjainkban nagy szerepet játszik a műtrágyázás fokozása és a mezőgazdasági vízgazdálkodás racionalizálása. A műtrágya ésszerű felhasználásának, valamint a vízgazdálkodás hatékonyságának növelése számottevően függ az éghajlati adottságokhoz és az időjárási viszonyokhoz való alkalmazkodás, illetve az időjárási károk hatásának csökkentése mértékétől.

Napjainkban napirenden van a műtrágyázási szaktanácsadás megszervezése. A szaktanácsadási modelleket számítógépre tervezik, s ennek egyik jelentős tényezője az időjárást és éghajlatot jellemző adatok bevitele.

Mind a műtrágyázás, mind a mezőgazdasági vízgazdálkodás megtervezése és végrehajtása az eddiginél újabb és sokoldalúbb meteorológiai szolgáltatásokat igényel.

Természetesen a többletszolgáltatás fokozott ráfordítással jár. Érthető tehát, ha a felhasználók részéről fölmerül a kérdés; érdemes-e az alap- és kiegészítő meteorológiai információért fizetendő többletkiadásokkal megnövelni a termelési költségeket? Ha a kérdésre számokba kifejezhető választ akarunk adni, akkor olyan objektív hatékonyságszámítási módszerek szükségesek, amelyekkel egyértelműen meghatározható a haszon/költség index. Az alábbiakban vázolunk egy közelítő becslési eljárást, amely lehetővé teszi a meteorológiai szolgáltatások hasznosulásának felmérését az egyes mezőgazdasági tevékenységek viszonylatában.

Általában a haszon/költség indexet használják a hatékonyság jellemzésére. Egy-egy speciális területre vonatkoztatva részletezni kell, hogy milyen tényezőket célszerű számításba venni egyrészt a haszon kategóriában, másrészt a költség rovatban. A feladat annál nehezebb, minél kiterjedtebb ágazatra kívánják a haszon/költség indexet kiszámítani. Ha azonban a mezőgazdasági szektorból kiemeljük a műtrágyázást és a mezőgazdasági vízgazdálkodást, akkor valamelyest egyszerűsíthető a feladat megoldása.

A meteorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonyságának indexét általánosságban az alábbi összefüggéssel írhatjuk le (Gruska et al., 1973; Dmitrenko, 1971; Dmitrenko, Rogodzsán, 1972.):

$$E_g = \frac{\Delta H}{\Delta K} \quad (1)$$

ahol	E_g	a meteorológiai szolgáltatás gazdasági hatékonyságának indexe,
	ΔH	a meteorológiai szolgáltatás felhasználása következtében létrejövő többlethaszon,
	ΔK	a meteorológiai szolgáltatás ellenértéke, vagyis a többletkiadás az információkért.

A hatékonysági index kiszámítása során két kérdés vetődik fel:

- hogyan határozható meg a többlethasznon objektív úton?
- és milyen költségeket számítunk a szolgáltatás ellenértékeként?

Mindenek előtt értelmezzük a meteorológiai szolgáltatások hatékonyságának indexét. *A hatékonysági index azt mondja meg, hogy a meteorológiai szolgáltatásért kifizetett 1 Ft többletköltség eredményeként hány Ft többlethaszon keletkezik.*

A többlethaszon meghatározása történhet becsléssel vagy tényleges számítással. Az előbbi eljárás minden esetben alkalmazható, az utóbbi csak az erre a célra beállított nagyüzemi kísérletben. Ez esetben rendelkezünk kell olyan eseménnyel, amelyet a meteorológiai információk birtokában szerveznek meg, másrészt egy kontroll eseménnyel, ahol a meteorológiai szolgáltatást nem hasznosítják. A kettő közötti haszonkülönbség a többlethaszon, vagy rossz információ esetén a veszteség.

Az előbbi gondolatmenetet példával is illusztrálhatjuk. Egy adott területre annyi műtrágyát juttatnak ki, amennyit a természetstechnológia előír. Ezt a területet tekinthetjük kontroll táblának. A másik táblán a várható időjárási viszonyoknak, vagy pedig egy adott éghajlati valószínűséggel (pl. 80%) várható „mértékadó időjárás”-nak a figyelembe vételével számítják ki az alkalmazandó műtrágya mennyiségét. Világos, hogy a kétféle műtrágyázás más-más végeredményhez – termésmennyiséghez – vezet.

Az index értéke változhat egyrészt úgy, hogy a nevezőben levő ráfordításért fizettek-e vagy nem (pl. a valószínűségi értékeket a gazdaságok maguk határozták meg a Meteorológiai Évkönyvekből – a gazdaságoknak nincs többletköltsége –, vagy pedig az Országos Meteorológiai Szolgálattól rendelték meg – van többlet ráfordítás –, a várható időjárást a rádióból és sajtóból ismerték meg – nincs költség –, vagy a megrendelt „Időjárási Napijelentés”-ből – van ráfordítás –).

Az index értéke változhat attól függően is, hogy a számláló milyen mértékben tér el a nullától pozitív (többlethaszon) vagy negatív (ráfizetés) irányában.

A meteorológiai szolgáltatások hatékonyságának elemzésénél azonban nemcsak a közvetlenül megrendelt (szerződéses kutatások és szolgáltatások, megrendelt „Napi jelentések”, távprognózisok stb.) információjuttatás költségeit kellene a ráfordítás rovatban feltüntetni, hanem a felhasználókhöz térítésmentesen eljutó előrejelzések és egyéb meteorológiai adatok alapköltségeinek (költségvetési felhasználás, osztársadalmi költség) megfelelő hányadát is. Ennek számbavétele azonban rendkívül nehéz, minthogy ismernünk kellene azt, hogy a kijutó meteorológiai információt hányan használják fel.

Az (1)-es összefüggés részletekre bontása is felírható, ha azt pl. a műtrágyázás esetére akarjuk felhasználni:

$$E_g = \frac{\Delta H}{K} = \frac{H_i - H_k}{K_i - K_k} \quad (2)$$

- ahol H_i a bruttó haszon a meteorológiai információk felhasználása alapján kezelt táblán,
 K_k ugyanaz a kontroll táblán,
 K_i első közelítésben a szerződéses meteorológiai szolgáltatásokért a gazdaság által ténylegesen kifizetett összeg. A kontroll táblán a $K_i=0$, minthogy ott semmiféle meteorológiai információt nem hasznosítottak.
 K_k a kontroll táblára eső meteorológiai költségtényező, ami az állami költségvetésből ered (erre később visszatérünk).

A költségráfordítások megfogalmazhatók népgazdasági szinten is. Nevezetesen, a meteorológiai szolgáltatások költségvetési számláját megbeesülhetjük a főbb népgazdasági ágazatokra szétosztva, majd a kiszámított ágazati költséghányadot a mezőgazdaságnál területegységre (ha-ra) vetítjük. Így a K_i objektív számadatokkal jellemezhető, vagyis

– a megrendelt meteorológiai információ figyelembevételével kezelt táblán a

$$K_i = K_a + K_r + K_s \quad (3)$$

– ill. a kontroll táblán

$$K_k = K_a \quad (4)$$

- K_a a terület-egységre kiszámított meteorológiai alapköltség,
 K_r a gazdaság által megrendelt rendszeres szolgáltatások költsége (Napi jelentés, Agrometeorológiai Tájékoztató stb. megrendelési költsége)
 K_s a speciális meteorológiai szolgáltatások költsége (szerződéses kutatások és szolgáltatások díja pl. a műtrágyázási szaktanácsadás biztosítása esetén stb.),
 K_k pedig a kontroll táblára jutó meteorológiai alapköltség.

Korábban csak a K_r és K_s értékeit vonták be a hatékonysági vizsgálatokba. Úgy tűnik, a K_a -val nem érdemes foglalkozni, mivel mind a két egyenletben szerepel. A mezőgazdasági üzemek azonban nem minden táblára használják azonos mértékben a meteorológiai szolgáltatásokat, így a hatékonyság kiszámításánál célszerű a szóban forgó táblára a tényleges ráfordítást számbavenni. A gazdaságra jutó meteorológiai (költségvetési) alapráfordítás (K_a), a gazdaság összterülete (T_\circ), valamint a tábla ha-ban kifejezett nagysága (T_t) ismeretében kiszámítható a táblára jutó meteorológiai (költségvetési) alapráfordítás (K_{at}):

$$K_{at} = \frac{K_a \cdot T_t}{T_\circ} \quad (5)$$

A (3) a (4) és az (5) formula birtokában kifejezhető a meteorológiai információ táblára jutó összköltsége, mind az információ felhasználása alapján kezelt tábla (K_{it}), mind a kontroll tábla (K_{kt}) esetén:

$$K_{it} = \frac{K_a \cdot T_t}{T_\circ} + K_t + K_{st} \quad (6)$$

$$K_{kt} = \frac{K_a \cdot T_t}{T_\circ} \quad (7)$$

Itt T a gazdaság területét, a t index pedig a táblát jelöli. A T_t és T_δ dimenziója ha.

Példa az időjárás és éghajlat függvényében műtrágyázott terület haszon/költség indexének kiszámítására:

A gazdaság összterülete $T_\delta = 3000$ ha, a meteorológiai szolgáltatások alapján műtrágyázandó kukorica tábla mérete $T_t = 1000$ ha, ugyanekkora a kontroll tábla is, ahol a hagyományos technológia szerint műtrágyáznak. A gazdaságra jutó meteorológiai költségvetési alapráfordítás $K_a = 1500$ Ft. A gazdaság járátja az Időjárási Napijelentést (720 Ft/év) és a Havijelentést (340 Ft/év), így a rendszeres meteorológiai szolgáltatások költsége $K_r = 720 + 340 = 1060$ Ft. Szerződéses viszonya nincs a Meteorológiai Szolgálattal, így $K_s = 0$. A meteorológiai információk szerint kezelt táblán a bruttó haszon $H_i = 20\,000$ Ft/ha, a kontroll táblán $H_k = 18\,000$ Ft/ha.

A fenti adatok alapján objektív módszerrel kiszámítható a gazdaság számára nyújtott meteorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonysága.

A számítások végrehajtása

$$K_{at} = \frac{K_a \cdot T_t}{T_\delta} = \frac{1500 \cdot 1000}{3000} = 500 \text{ Ft/tábla}$$

$$K_{rt} = \frac{K_r \cdot T_t}{T_\delta} = \frac{1060 \cdot 1000}{3000} = 353 \text{ Ft/tábla}$$

$$K_{st} = 0$$

$$K_{it} = K_a + K_r + K_s = 500 + 353 + 0 = 853 \text{ Ft/1000 ha}$$

$$K_{kt} = K_a = 500 \text{ Ft/1000 ha}$$

$$H_{it} = 18\,900 \text{ Ft/ha} \cdot 1000 \text{ ha} = 18,9 \text{ millió Ft/1000 ha}$$

$$H_{kt} = 18\,000 \text{ Ft/ha} \cdot 1000 \text{ ha} = 18 \text{ millió Ft/1000 ha}$$

$$E_{gt} = \frac{H_{it} - H_{kt}}{K_{it} - K_{kt}} = \frac{18,9 \text{ millió} - 18 \text{ millió}}{853 - 500} \approx 2500$$

Ha tehát 5%-os terméstöbbletet számítunk (kontrollon 18 500 Ft/ha, a kezelt táblán pedig 18 900 Ft/ha) a meteorológiai információk hasznosítása eredményként, akkor csaknem 2500-szoros mutatót kapunk.

Ez azt is jelenti, hogy minden 1 Ft, amit a meteorológiai információ beszerzésére fordított a mezőgazdasági üzem, 2500-szorosan térült meg. Észre kell vennünk, hogy a gazdasági hatékonyság indexe annál nagyobb, mennél magasabb a hektáronkénti bruttó termelési érték. Ugyanis a nevezőben levő meteorológiai kiadás nem változik a termelési értékkel. Ebből egyenesen következik: *az elkövetkező évtizedekben a meteorológiai szolgáltatások hatékonysága olyan mértékben növekszik a mezőgazdaságban, amilyen mértékben növekszik az 1 hektárra jutó bruttó termelési érték.* A haszon %-os növekedése pedig attól függ, hogy az időjárástól függő mezőgazdasági tevékenység végrehajtása során milyen mértékben kerül felhasználásra a rendelkezésre álló, s egyre bővülő meteorológiai szolgáltatás.

A fent elmondottakhoz hasonló módon elemezhető az időjárás viszonyok-

tól rendkívüli mértékben függő mezőgazdasági vízgazdálkodás (csapadék-lefolyás-belvív-párolgás-öntözés relációk befolyásolása) területén a meteorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonysága.

A mezőgazdasági vízgazdálkodás köréből emeljük ki most az öntözést.

A zöldség-, gyümölcs- és szántóföldi növénytermesztés függése az időjárási behatásoktól minden más termelési ágazatot felülmúl, különösen a mi éghajlati viszonyaink között.

Ez azzal magyarázható, hogy a meteorológiai tényezők itt döntő hatást gyakorolnak a növény vízellátottságára, s ezen keresztül a terméseredményekre. Jelenleg ugyanis alig van lehetőség a növény természetes vízellátásának (csapadékelőjárás) szabályozására. Mesterséges vízellátással azonban megváltoztatható a növények vízgazdálkodása, akár víz odaszállítással (öntözés), akár csapadékmegőrzéssel (talajmelioráció), akár pedig a transpiráció és az evaporáció csökkentésének útján.

Ezen agrotechnikai intézkedések során ugyan felhasználnak bizonyos meteorológiai információt (többnyire az éghajlati normálértékeket, esetenként a napi prognózisokat), azonban semmiféle megalapozott stratégia nincs (Sátlov, 1970), noha mindenki előtt világos, hogy a mezőgazdasági vízgazdálkodással kapcsolatos agrotechnikai eljárások hatékonyságát számottevően meg lehetne növelni, ha az intézkedések megtervezésekor ésszerűbben felhasználnák a rendelkezésre álló és egyre bővülő meteorológiai információt.

Igaz, a csapadékelőjelzés számításbavétele az öntözési időpont és a kiöntözendő víz mennyisége meghatározásánál ma még nem megoldható, különösen ha az időtartam eléri az 1 – 2 hetet. Gyakorlatilag ma még csak a már lehullott mennyiséget vesszük számításba, mégis nagy segítséget jelent ez az információ is, különösen a vízigény és a tényleges csapadékelőjárás térbeli eloszlásának áttekintésénél. Az öntözés végrehajtásához hozott döntéseknél ugyanis már előzetesen biztosítani kell azt, hogy a kiadandó vízmennyiség ne eredményezzen káros következményeket. Ilyen esetben a jól összeállított meteorológiai információ biztosítja a helyes döntést és végülis a gazdasági hasznot.

Az öntözéses gazdálkodás számára adott meteorológiai tájékoztatások hatékonyságának értékeléséhez tekintsük át a jövedelem összetevőit egy n kultúrából álló öntözéses üzemre, ahol az egyes táblák nagyságát T_i -vel jelölhetjük. A főbb bevételi és kiadási összetevőket az alábbi egyenletben foglalhatjuk össze:

$$\sum_{i=1}^n N_i T_i = \sum_{i=1}^n B_i T_i - \sum_{i=1}^n K_{ai} T_i - \sum_{i=1}^n K_{vi} T_i - \sum_{i=1}^n K_{mi} T_i \quad (8)$$

- ahol N_i az i -edik kultúra által biztosított tiszta (nettó) jövedelem (Ft/ha-ban),
 B_i ugyanezen öntözött tábláról származó bruttó bevétel hektáronként,
 K_{ai} az állandó jellegű kiadások (vetés, növényápolás, műtrágyázás, betakarítás költsége),
 K_{vi} a változó jellegű kiadások (tározó öntözés, tenyészidőszaki öntözés, öntözőberendezés fenntartási költsége, a többlettermes betakarításának költsége és kiadások a meteorológiai információkért).

A hatékonysági index kiszámításánál öntözéses gazdálkodás esetén az (1)-es és a (9)-es összefüggés kombinációja adja a munkaformulát.

A gyakorlati számítások végrehajtásához azután ugyanúgy, mint az előző példánknál, felhasználhatók a (2), (5), (6), (7) összefüggések. Ily módon a tiszta jövedelem összetevőinek, illetve a hatékonysági indexnek az értékelése nem okoz nehézséget az öntözéshez használt meteorológiai tájékoztatás elemzésénél sem. Megjegyezzük, hogy az értékelés akkor reális, ha az adat konkrét mezőgazdasági üzemre, vagy öntözőfürtre vonatkozik. Ennél nagyobb terület-egységek esetén a meteorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonyságának felmérése csak tájékoztató jellegű számadatokhoz vezethet, minthogy az egyes üzemek közötti felhasználási eltérések „*torzítják*” az adatokat, vagyis a korszerű színvonalon dolgozó mezőgazdasági üzemeknél számítható magas hatékonysági indexet lerontják a meteorológiai információt nem használó gazdaságokra levezetett indexek.

Ezeknek a torzításoknak az elkerülésére *Fedoszeev* (1973) alkalmazza a *potenciális gazdasági hatékonyság és a tényleges gazdasági hatékonyság* fogalmát.

Az előbbi az a várt érték, amit akkor lehetne elérni, ha az adott mezőgazdasági üzem az összes odaillő meteorológiai információt hasznosítaná a döntések meghozatala során. Az utóbbit az információ felhasználás eredményeként létrejövő mezőgazdasági többlettermés számbavételével határozzák meg (*Fedoszeev*, 1971; *Zsukovszkij*, 1974; *Zsukovszkij*, *Csuduovszkij*, 1974), valamint a meteorológiai szolgáltatásért kiadott többletköltség figyelembevételével.

Érdeemes megjegyeznünk, hogy a meteorológiai tájékoztatások (előrejelzések, klimatológiai adatszolgáltatás, agrometeorológiai tájékoztatás stb.) gazdasági értéke mind a műtrágyázás, mind az öntözéses gazdálkodás számára rendkívül jelentős nem is annyira a mindennapi operatív gazdálkodás során, mint inkább a hosszútávú stratégiák kidolgozásánál.

A klimatológiai információk nem ismerete, a meteorológiai helyzetről való nem kellő tájékozottság, a időjárás folyamatok megváltoztathatóságára utaló naiv elképzelések mind-mind arra vezethetnek, hogy a realistól jelentősen eltérő stratégiák születhetnek (pl. a tájtermesztésnél nem veszik figyelembe a táj éghajlatát; a szükségesnél több öntözővíz normát terveznek; a műtrágyaadagok megtervezésénél nem veszik figyelembe sem az időjárás hatását, sem az éghajlat területi változását; nem tekintik az éghajlat meghatározó szerepét a biológiai potenciál meghatározásánál stb.).

A meteorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonyságának értékelésére vonatkozó kutatómunkák továbbfejlesztéséhez még számos feladat vár megoldásra. *Boriszenkov*, *Gandin* (1976) és munkatársai szerint pl. alapvető feladat az információ költségének a pontos meghatározása akár gyakorlati, akár elméleti számítások útján, de nem elképzelhetetlen e célra helyszíni kísérletek beállítása, különösen a mezőgazdasági ágazatban. Nincs még kellően feltárva az időjárás által okozott kár, ezért nélkülözhetetlen a veszteségfüggvények kidolgozásához szükséges adatok begyűjtése. Részletekbe menő értékelési módszerekre van szükség, nem pedig népgazdasági ágazatonkéntire. Ösztönözni kell mind azokat a szervezeteket, üzemeket, amelyek kapcsolatban vannak a Meteorológia Szolgálattal, hogy vegyenek részt a szolgáltatás gazdasági hatásának felmérésében.

- Boriszenkov, E. P., Ruszin, N. P., Gandin, L. Sz., Imjanitov, I. M., Braginszkaja, L. L.*, 1976.: Obscsie principü ocenki ekonomiceszkaj effektivnoszti iszpollyzovanija gidrometeorologiceszkaj informacii v narodnom hozjajsztve. — *Gidrometeorologija i narodnoje hozjajsztvo*. Trudü II., pp. 5–15. Moszkva.
- Dmitrenko, V. P.*, 1971.: Oszobennoszti agrometeorologiceszkogo obszluzivaniija i informacii. — *Trudü UkrNIGMI*, vüp. 109.
- Dmitrenko, V. P., Rogodzsan, JU. V.*, 1972.: Effektivnosztj ocenki szvoevremennoszti poszeva kukuruzü. — *Trudü UkrNIGMI*, vüp. 115.
- Fedoszeev, A. P.*, 1971.: Effektivnosztj mineraljnüh podkormok jacsmenija v zaviszimoszti ot pogodnüh uszlovij. — *Trudü IEM*, vüp. 22.
- Fedoszeev, A. P.*, 1973.: O metodah ocenki ekonomiceszkaj effektivnoszti agrometeorologiceszkih rekomendacij szeljszkomu hozjajsztvu. — *Effektivnosztj gidrometeorologiceszkogo obszluzivaniija narodnogo hozjajsztva*. UNIGMI, pp. 131–138., Gidrometeoizdat, Leningrad.
- Gruska, I. G., Dmitrenko, V. P., Lucsikaki, V. M., Rogodzsan, Ju. V.*, 1973.: Ocenka ekonomiceszkaj effektivnoszti agrometeorologiceszkih prognozov szeva szeljszkohozjajsztvennüt kuljtur. — *Effektivnosztj gidrometeorologiceszkogo obszluzivaniija narodnogo hozjajsztva*. UNIGMI Gidrometeoizdat, Leningrad, pp. 139–145.
- Satilov, I. Sz.*, 1970.: Ekonomiceszkie, biologiceszkie i agrotechniceszkie uszlovija polucsenija zaplanirovannüh urozsaev. — *Izv. TSzHA*, vüp. 1.
- Zsukovszkij, E. E., Csudnovszkij, A. F.*, 1974.: Optimaljnüe resenija pri naznacsenii orosziteljnüh norm. — *Tr. UkrNIGMI*, vüp. 128.
- Zsukovszkij, E. E.*, 1974.: K szravneniju razlicsnüh variantov iszpollyzovanija meteorologiceszkaj informacii pri prinjatii hozjajsztvennüh resenij. — *Meteorologija i Gidrologija*, No. 2.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 5. szám. 1978. szept. – okt.
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 5 September – October 1978 Budapest

Influence of the Shift of Climatic Regions on the Radiation Balance of the System Earth-Atmosphere

Z. DOBOSI, *Chair of Meteorology, Loránd Eötvös University, Budapest*

A Föld-légkör rendszer sugárzási egyenlege és a klímaövek eltolódása. A szerző az ún. Szahel övezetben, 1972-ben tapasztalt katasztrofális szárazság valószínű okaival foglalkozik. Abból a tényből indul ki, hogy műholdas mérések szerint 1970 – 1972 között az északi poláris területeken jelentősen megnövekedett a hó- és jégtakaró kiterjedése, s ezt hozza oksági kapcsolatba a Szahel övezet aszályával. Abból a tapasztalatból indul ki, hogy az utolsó Würm-glaciális idején az északi félgömbön a klímaövek délebbre tolódtak. A délebbre tolódás tényét paleobotanikai vizsgálatok igazolják. A jelenség feltételezi még a déli félgömb eljegesedésének változatlan voltát, amint ez valószínű is volt. A termikus egyenlítő déli irányú eltolódása azzal jár, hogy a nyári esőzések kimaradnak a 10 – 15° N szélességek közötti Szahel övezetben. A szerző a Würm-glaciálisra elvégzett sugárzási egyenleg számításával igazolja a leírt jelenséget. Ezen paleoklimatológiai vizsgálatok eredményét kivetítve a jelenre, arra a következtetésre jut, hogy a sarki hótakaró tapasztalt megnövekedése átmenetileg hasonló klímaöv eltolódást idézhet elő, mint ami az utolsó jégkorszakban tartósan fennállott, s ezzel magyarázza a Szahel öv aszályát.

✱

Радиационный баланс системы Земля-атмосфера и смещение климатических зон. Автор рассматривает возможные причины катастрофической засухи, имевшей место в 1972 г. в так называемой Сахельской зоне. Он исходит из факта, что поданным спутниковых наблюдений, в период с 1970 по 1972 гг. в северных полярных районах в значительной мере увеличилось распространение снежного и ледяного покровов и это он связывает с засухой в Сахельской зоне. При этом автор учитывает выявленное смещение климатических зон на северном полушарии в южном направлении во время последнего Вюрмского ледникового периода. Это южное смещение подтверждается результатами палеоботанических исследований. Рассматриваемое явление предполагает постоянство оледенения в южном полушарии, как это и можно было ожидать. Смещение термического экватора в южном направлении сопровождается тем, что в Сахельской зоне, располагающейся между северными широтами 10–15° летние дожди не выпадают. Описанное явление подтверждается результатами вычисления радиационного баланса, выполненного автором для Вюрмского ледникового периода. Относя результаты этих палеоклиматологических исследований к настоящему времени, автор приходит к выводу о том, что наблюдаемое увеличение снежного покрова в полярных районах может вызвать временное смещение климатических зон, подобное длительному смещению, имевшему место во время последнего ледникового периода и этим объясняется засуха в Сахельской зоне.

✱

In the relationship existing between the radiation balance of the Earth-Atmosphere system on the one hand, and the position and properties of the climatic zones on the other hand probably a number of feed-back connections are operating. It is a question of standpoints, whether one or the other factor is

selected as a starting point, similarly to the fact, that the cryosphere and the biosphere are considered, at a time, as elements of a climatic system while at other occasions, they are treated only as consequences of the climatic conditions.

It could be a useful procedure to investigate, on the basis of a climatical zonality which is highly different from the presently existing one, the influence exerted by these conditions on the planetary radiation balance. In fact, this is a consideration of the mutual feed-back influence from one of its directions, by selecting the elements of this relation according to their directions.

The title of this article is justified by our procedure, in which we are considering as given facts the climatical zonalities which prevailed at the time of

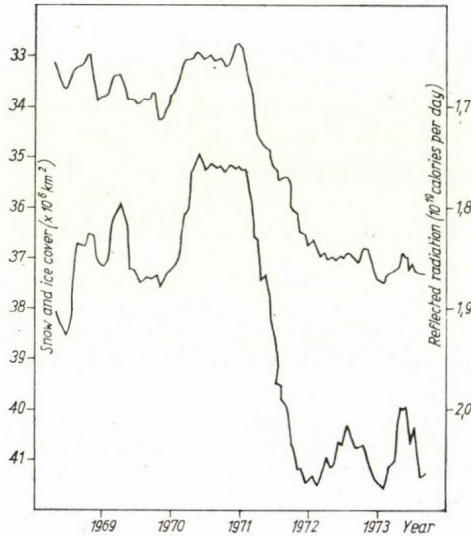


Fig. 1: a) The curve of the 12-month running average values of the areas of the Northern Hemisphere which are covered by snow and ice; b) variation of reflected radiation without taking into account nebulosity conditions; according to G. J. and H. J. Kukla

1. ábra: Az északi félgömb hó- és jégtakaróval borított területeit 12 hónapos átkaroló közepekkel ábrázoló görbe (a) és a visszavert sugárzás megváltozása a felhőzet figyelembevétele nélkül (b); Kukla G. J. és Kukla H. J. nyomán

the last glaciation of the Pleistocene period, i.e. during the Würm glaciation, and we are undertaking to draw some conclusions on the radiation balance prevailing during this period.

It should be noted in preliminary that in the following, the expression "radiation balance" has the meaning of the radiation balance of the Earth-Atmosphere system.

The goal of the Decade of Dynamical Climatology which is to be inaugurated in the year 1980, consists in the study of climatic changes and the possibilities of their forecasting. Climatic changes and climatic fluctuations are often related to a shift of the climatical zones, which are themselves explained by changes in the general circulation.

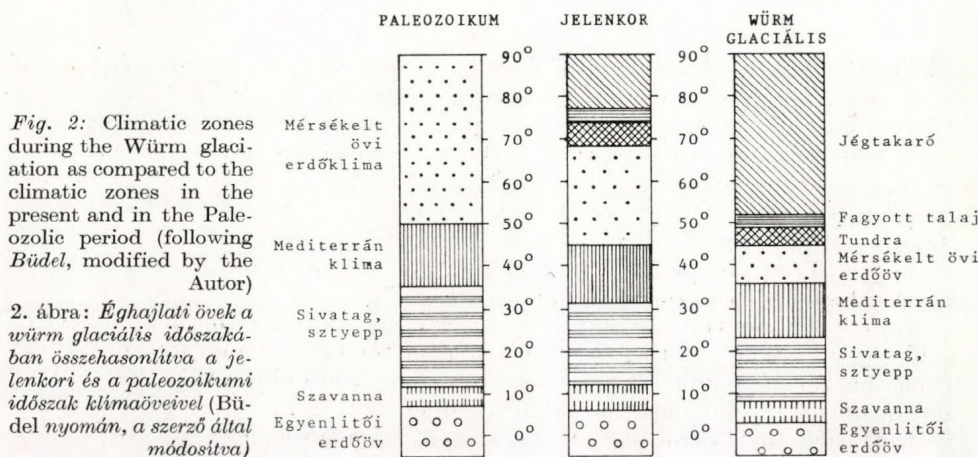
The investigations, which resulted in the spatial distribution of the radiation balance of the Earth on the basis of measurements executed by the satellites Nimbus 2 and Nimbus 3 (Raschke, Vonder Haar et al., 1973) were the first ones which were yielding on the radiation balance of the Earth-Atmosphere system a material which can be climatologically evaluated. By using these results it became possible to study the influence exerted by the various elements of the climatical system, such as, e.g., the hydrosphere, the continents, the cryosphere and the biosphere, on the radiation balance of the

Earth-Atmosphere system. Further it became possible to investigate the specific radiation balances of the climatic zones.

In the present paper, we are starting from snow thickness data of the Arctic as measured from artificial satellites (G. J. Kukla and H. J. Kukla, 1974). The changes of the areas of the Northern Hemisphere covered by snow and ice are represented by 12-monthly running averages on Fig. 1.

On this figure, the existence is conspicuously shown of a sharp increase in snow cover preceding the year 1972.

Now it may be asked, whether this phenomenon could be in a causal connection with the drought occurring in 1972 in the Sahel region and in India, or there is only a fortuitous coincidence.



The drought in 1972 has been caused by the fact that the zone of precipitations, which is following the annual displacement of the Sun, reached not he usual latitude in the Northern Hemisphere, or, in other words, the ITCZ was located more to the south as compared to its usual location. It is well known, that the occasional droughts in India are caused by the same phenomenon, in spite of the presence of the summer monsoon.

Searching for a cryospheric influence in this phenomenon, it is useful to find a terrestrial situation, in which the cryosphere is possessing such an extension, that its climatological influence becomes a more conspicuous one.

The Pleistocene was preceded by the Tertiary, at the end of which a gradual cooling took place. Under this influence, the continents in the vicinity of the pole have been gradually glaciated. The Pleistocene is characterized by repeated progressions and regressions of the ice cover surrounding the Arctic pole. On the Southern Hemisphere (as Antarctica is not surrounded by other continents) there was no possibility for periodical extensions and regressions of the ice cover.

Among the four large maximum glaciations the last, i.e. the Würm period, ending about 12 000 to 15 000 years before present, is the one which is the more recent, the most thoroughly investigated and the best known. In the surface forms of our Earth, the marks of this glaciation are the most conspicuous ones.

The locations of the climatological zones are represented by the phytogeographical zones obtained from palaeobotanical investigations (*Fig. 2*).

In this figure it is seen that under the influence of the progress of Würm glaciation, all the phytogeographical zones were shifted to the south, in a measure which, towards the Equator, became gradually smaller and smaller. ITCZ was situated by several degrees to the south as compared to its present position.

In connection to the shifts of the ITCZ, or, respectively, of the thermal

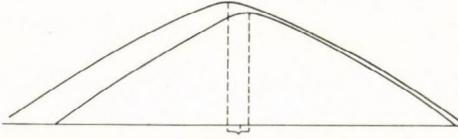


Fig. 3: The different degree of cooling on the Northern and Southern Hemispheres is shifting the thermal equator to the south

3. ábra: Az északi és a déli félgömb különböző lehűlése a termikus egyenlítőt déli irányba tolja el

equator, the following mechanism may be assumed: With the progression of the ice sheet, the Northern Hemisphere is strongly cooled. Here, of course, the negative feedback between snow-cover and temperature is initiated, a phenomenon which cannot occur in the Southern Hemisphere, as there is no possibility for an extension of the ice cover. The influences of snow cover fluctuation in the Andes are insignificant ones, and the cooling of the Southern Hemisphere is finally not so strong.

The different degrees of cooling on the two hemispheres is causing a southward shift of the thermal equator (*Fig. 3*).

For elucidating the role played by the cryosphere in the thermal balance of the Earth, we are attempting to reconstruct the terrestrial conditions prevailing during the Würm period. We propose to collect the information that can be used for our goal. They are the following ones:

1. During the Würm period, the area of the ice sheet was $44 \cdot 10^6$ km² asl compared to $15 \cdot 10^6$ km² the present, that is, it was three-fold that of the present one. In Europe and in Northern America, the ice sheet extended to the latitude of 40°. The Alps, the Caucasus and the Himalayas were covered by ice.

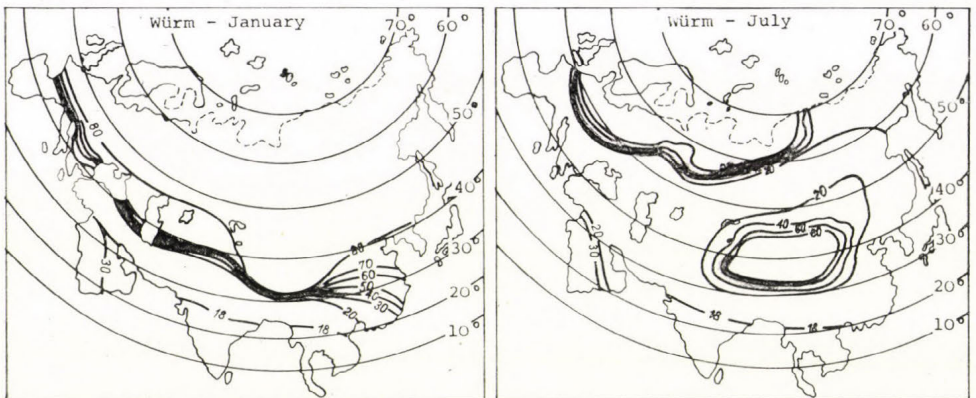


Fig. 4: January and July distributions of albedo of the Earth-Atmosphere system over Eurasia during the Würm period (*Dobosi - Mrs. Járain-Komlódi*)

4. ábra: A Föld-légkör rendszer januári és júliusi albedoeloszlása Eurázsia területén a würmben (*Dobosi - Járainé - Komlódi*)

2. The winter snow cover extended, over the continents of the Northern Hemisphere, far to the south (*Fig. 4*, January). The summer distribution of albedo zones is different one from that prevailing today (*Fig. 4*, July), as a consequence of the shift of nebulosity zones occurring under the influence of the ice sheet. The albedo values presented here are those of the Earth-Atmosphere systems.

3. The maritime ice cover extended by some 2 to 3 degrees more to the south than today.

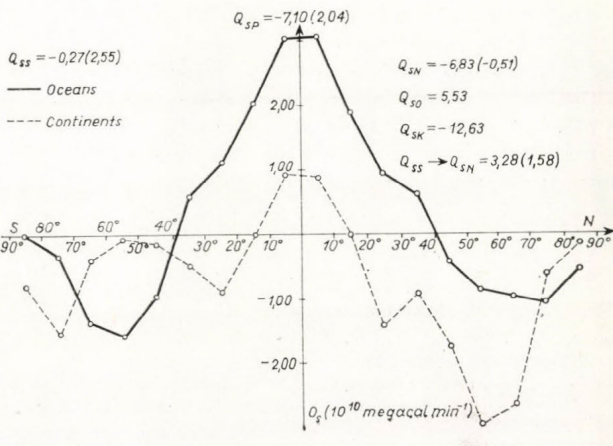


Fig. 5: Radiation balance and energy data of the Earth Model for the Würm period expressed in units 10^{10} megacal min^{-1} ; in brackets, the values corresponding to the present Earth

5. ábra: A würm földmodell sugárzási egyenlege és energia adatai 10^{10} megacal min^{-1} egységekben; a zárójelben a mai Földre vonatkozó adatok szerepelnek

4. On the Southern Hemisphere, the increase of snow-covered areas was an insignificant one.

The chart of radiation balances of the Earth-Atmosphere system, as constructed from the data obtained from the artificial satellites Nimbus 2 and Nimbus 3 is yielding data on the radiation balances occurring in different climatical zones or, respectively types of climate.

In this way an Earth model can be constructed which can be used for representing the climate of the Würm period. Radiation balance data for the Earth-Atmosphere system as calculated for this model of the Earth are shown on *Fig. 5*.

The annual average of the planetary radiation balance of this Earth model (Q_{sp}) is equal to -7.10 units, that is, it has a negative value. As its computation was started from the corresponding value for the present Earth, this is a balance related to the present conditions of the Earth. This should be interpreted in the sense that heat loss is by 7.10 units larger than heat intake. That is, the present Earth should be cooled as compared to the present climate, for obtaining a balance between heat loss and heat intake. It may be expected, that the present balance of the Earth could be equal to zero. However, the value in brackets, corresponding to the present Earth, is equal to 2.04 units, that is, it is different from zero; this probably should be attributed to a measurement error or to the circumstance, that the measurement period extended only to one year. Of course, this is rather a low value, only 1.16 per cent of the emitted radiation of the Earth as a planet, which is equal to 176 megacal min^{-1} .

The values contained in *Fig. 5* are yielding further information.

The radiation balance of the Northern Hemisphere (Q_{3N}) is equal to -6.82 units, which is representing a rather large negative deviation as compared to that of the Southern Hemisphere of -0.27 . The equalizing atmospheric currents and maritime currents are transporting, during the Würm period, 3.28 units of energy from the Southern to the Northern Hemisphere a value which is more than the double of the value of 1.53 units computed for the present Earth (by *Dobosi* and *Géczy*, 1975).

For the Würm period, the radiation balances of the oceans (Q_{SO}) are equal to a large negative value, -12.63 units, which is reflecting the role played by snow- and ice-covered continents in the development of temperature conditions in the Pleistocene.

The data of our Earth model for the Würm period are also quantitatively exhibiting the mechanism of energy transport, by which the cooling of the Northern Hemisphere is extending, across the Equator, to the Southern Hemisphere. The relatively strong cooling of the Northern Hemisphere and the more moderate cooling of the Southern Hemisphere is exhibiting the process of the southern shift of the thermal equator and, consequently, that of the equatorial precipitation zone.

REFERENCES

- Kukla, G. J. - Kukla, H. J. (1974):* Increased Surface Albedo in the Northern Hemisphere. *Science* 183, 709-714.
- Raschke, E. - Vonder Haar, T. H. - Pasternak, M. - Bandeen, W. R. (1973):* The Radiation Balance of the Earth-Atmosphere System from Nimbus 3 Radiation Measurements. NASA TN D-7249. Washington D. C.
- Raschke, E. - Vonder Haar, T. H. - Pasternak, M. - Bandeen, W. R. (1973):* The Annual Radiation Balance of the Earth-Atmosphere System During 1969-1970 from Nimbus 3 Measurements. *Journal of Atmospheric Sciences*, 30. No. 3.
- Dobosi, Z. - Járvi-Komlódi, M. (1974):* Investigations on the Upper-Pleistocene Albedo of Eurasia. *Acta Geol. Acad. Sci. Hung.* 18. 1-2., pp. 91-98.
- Dobosi Z. - Géczy B. (1975):* Műholdas sugárzasmérések paleoklimatológiai és paleontológiai vonatkozásai (Palaeoclimatological and Palaeontological Implications of Radiation Measurements Executed on Artificial Satellites). *Transactions of Class X. of the Hungarian Academy of Sciences*, 8., 3-4.
- Büdel, J. (1960):* Die Klimazonen des Eiszeitalters (Climatic Zones of the Ice Ages). *Eiszeitalter und Gegenwart*. Öhringen.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 5. szám. 1978. szept. – okt.
Journal of the Meteorological Service, Vol. 92. No 5 September – October 1979 Budapest

Hidrodinamikai módszer a Kárpát-medence időjárásának finomfelbontású előrejelzésére. II.

PRÁGER TAMÁS. Központi Meteorológiai Intézet, Budapest

A Hydrodynamical Method for Finely-Resolved Weather Forecasting in the Carpathian Basin. II. This is the second part of the description of a meso-scale forecasting method developed for the Carpathian Basin dealing with the properties of the modified two-step Lax-Wendroff scheme, with its approximation, with the shape of the finite difference equations, with the energy conserving property of the scheme, and with its correctness in the case of a solution containing a jump. The characteristics of the introduced third-order pseudo-viscosity are described and it is proved, that its application is not influencing the conservativity of the scheme nor its correctness in the case of a solution containing a jump.

✱

Гидродинамический метод мелкомасштабного предсказания погоды в Карпатском бассейне. II. В данной второй части описания метода мезомасштабного предсказания погоды, разработанного для территории Карпатского бассейна, рассматриваются вопросы об особенностях применяемой измененной двухшаговой схемы Лакса-Вандорфа, аппроксимации этой схемы, виде уравнений с конечными разностями, способности схемы сохранить энергию, а также о ее правильности при разрывном решении. Описываются характеристики введенной псевдо-вязкости третьего порядка и при этом подтверждается, что ее применение не влияет на консервативность и правильность схемы при разрывном решении.

✱

A Kárpát-medence területére kidolgozott mezoskálájú előrejelzési módszer ismertetésének első részében [1] megadtuk a felhasznált hidro-termodinamikai modell prognosztikai és diagnosztikai egyenletrendszerét és rámutattunk arra, hogy miként valósítható meg a belső konvekciós hullámok kiszűrése a vertikális átrétegzés módszerével. (Érre a dolgozatra a következőkben *első részként* hivatkozunk.)

Jelen cikkben az alkalmazott numerikus megoldási módszer részletes analízisét végezzük el. A divergencia-alakban felírt differenciálegyenlet rendszer megoldására a kétlépéses, prediktor-korrektor típusú, másodrendű közelítést biztosító Lax – Wendroff-féle sémát alkalmazzuk. A rácsálózat felbontásával összemérhető léptékű nyomás- és sebességi ugrások által okozott instabilitások kiszűrésére a mesterséges viszkozitás *Lapidus* által javasolt alakjának bevezetésére került sor. Részletesen foglalkozunk a Lax – Wendroff-séma konzeratív tulajdonságával: ez a megmaradási törvényeknek nemcsak a differenciális alakját, hanem az integrál-alakját is közelíti.

1. A számítás módszere

A divergens egyenletrendszer véges különbséges közelítő módszerél a Lax – Wendroff-séma kétlépéses változatát választottuk. A Lax – Wendroff módszernek számos előnyös tulajdonsága van, ezekre a későbbiek során rámutatunk.

A Lax-Wendroff módszer az összes ismeretlen függvény számításánál másodrendű közelítést tesz lehetővé. Kétlépéses változata prediktor-korrektor módszer, a divergens egyenletrendszerrel meghatározott dinamikus rendszer időbeli viselkedésének közelítésére. A divergens egyenletrendszert tömör, vektorális formában a következőképpen írhatjuk fel:

$$(\mathcal{F}_t + \mathcal{A}_x + \mathcal{B}_y + \mathcal{C}_\sigma + \mathcal{D}) = 0 \quad \forall (x, y, \sigma, t) \in \Omega \times (0, T) \quad (1)$$

ahol

$$\mathcal{F} = \begin{bmatrix} \pi \\ m \\ n \\ e - \pi RT \end{bmatrix} \quad \mathcal{A} = \begin{bmatrix} m \\ um + \pi\Phi \\ un \\ ue \end{bmatrix} \quad \mathcal{B} = \begin{bmatrix} n \\ vm \\ vn + \pi\Phi \\ ve \end{bmatrix} \quad \mathcal{C} = \begin{bmatrix} \pi s \\ ms - p_x \Phi \\ ns - p_y \Phi \\ es - p \Phi_t \end{bmatrix} \quad \mathcal{D} = \begin{bmatrix} 0 \\ -n \\ m \\ 0 \end{bmatrix}$$

Az (1) egyenletrendszerrel meghatározott autonóm dinamikus rendszert a következőképpen értelmezhetjük: legyenek A, B, C és D azok a (nem-lineáris, folytonos) operátorok, amelyek az integrálható $\mathcal{F}(x, y, \sigma)$ függvényből előállítják az $\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C}$ és $\mathcal{D}(x, y, \sigma)$ függvényeket. Ezen operátorok segítségével a rendszert átírhatjuk a következő alakra:

$$(\mathcal{F}_t + A(\mathcal{F})_x + B(\mathcal{F})_y + C(\mathcal{F}) + D(\mathcal{F})_\sigma) = 0 \quad \forall t \in [0, T] \quad (2)$$

A (2) rendszer (nem-lineáris) autonóm dinamikus rendszer az $\mathcal{F}(x, y, \sigma)$ integrálható függvények, terében. Megmutatható, hogy az (1) és (2) rendszer megoldásai azonosak, tehát a két rendszer ekvivalens.

A kétlépéses Lax-Wendroff-séma a (2) dinamikus rendszer Taylor-sorfejtésén alapul, a *prediktor-séma* elsőrendben, míg a *korrektor-séma* másodrendben közelíti azt. Levezetése a szokásos Runge-féle [2] módszerrel történhet:

$$\mathcal{F}(t + \Delta t) = \mathcal{F}(t) + \Delta t \mathcal{F}'(t) + \frac{1}{2} \Delta t^2 \mathcal{F}''(t) + O(\Delta t^3) \quad \forall t \in (0, T) \quad (3)$$

Írjuk át a hatványsort a következő iteratív formába:

$$\mathcal{F}(t + \Delta t) = \mathcal{F}(t) + \Delta t \left[\mathcal{F}'(t) + \frac{1}{2} \Delta t \mathcal{F}''(t) \right] + O(\Delta t^2) \quad (3a)$$

Az iteratív kifejezés előnye, hogy a második derivált képzését felbontja, az első deriváltakat pedig közvetlenül kifejezhetjük a (2) egyenletrendszerből. Így a prediktor-lépcső számítási képlete:

$$\mathcal{F}^*(t + \frac{1}{2} \Delta t) = \mathcal{F}(t) - \frac{1}{2} \Delta t [\mathcal{A}_x + \mathcal{B}_y + \mathcal{C}_\sigma + \mathcal{D}] (t) \quad (4)$$

Ezt az eredményt behelyettesítve a (3a) képletbe megkapjuk a korrektor-lépcső számítási formuláját:

$$\begin{aligned} \mathcal{F}^* (t + \Delta t) &= \mathcal{F}(t) + \Delta t \cdot \mathcal{F}^{**} (t + 1/2 \Delta t) = \\ &= \mathcal{F} (t) - \Delta t [\mathcal{A}_x^* + \mathcal{B}_y^* + \mathcal{C}_\sigma^* + \mathcal{D}^*] (t + \frac{1}{2} \Delta t) \end{aligned} \quad (5)$$

A képletekben csillaggal a közelítést jelöltük, az \mathcal{A}^* , \mathcal{B}^* , \mathcal{C}^* és \mathcal{D}^* jelölések pedig $A(\mathcal{F}^*)$, $B(\mathcal{F}^*)$, $C(\mathcal{F}^*)$ és $D(\mathcal{F}^*)$ -ot jelentenek. Minthogy a levezetés az (5) képlet utolsó átalakításáig teljesen pontos, a séma másodrendűségének ellenőrzéséhez ezen átalakítás pontosságát kell ellenőrizni; azt, hogy milyen pontosan elégíti ki a prediktor-érték a (2) egyenletrendszert. Feltételezhető, hogy mivel \mathcal{F} -nek elsőrendű közelítése, az egyenleteket is elsőrendű pontossággal elégíti ki, ami elégséges feltétele a séma másodrendűségének. Az egyszerűség kedvéért ezt a tényt csak egydimenziós esetben igazoljuk, amikor az (1) egyenletrendszer alakja: $\mathcal{F} = \mathcal{A}_x$. (A bizonyítás többdimenziós esetben teljesen analóg.)

$$\begin{aligned} \mathcal{F}_t^* &= [\mathcal{F} + \frac{1}{2} \Delta t \mathcal{F}_t]_t = \mathcal{F}_t + \frac{1}{2} \Delta t \mathcal{F}_{tt} = A(\mathcal{F})_x + \frac{1}{2} \Delta t A(\mathcal{F})_{xt} = \\ &= [A(\mathcal{F}) + \frac{1}{2} \Delta t A(\mathcal{F})_t]_x = [A(\mathcal{F}) + \frac{1}{2} \Delta t dA(\mathcal{F})\mathcal{F}_t]_x = \\ &= dA(\mathcal{F})_x + \frac{1}{2} \Delta t [dA(\mathcal{F})\mathcal{F}_{tx} + d^2 A(\mathcal{F})\mathcal{F}_x \cdot \mathcal{F}_t] = \\ &= [dA(\mathcal{F}) + \frac{1}{2} \Delta t d^2 A(\mathcal{F})\mathcal{F}_t]\mathcal{F}_x + \frac{1}{2} \Delta t dA(\mathcal{F})\mathcal{F}_{tx} = \\ &= [dA(\mathcal{F}) + \frac{1}{2} \Delta t \mathcal{F}_t]_x + O(\Delta t^2)\mathcal{F}_x + \\ &+ \frac{1}{2} \Delta t [d(A\mathcal{F} + \frac{1}{2} \Delta t \mathcal{F}_t) + O(\Delta t)]\mathcal{F}_{tx} = \\ &= dA(\mathcal{F} + \frac{1}{2} \Delta t \mathcal{F}_t)(\mathcal{F} + \frac{1}{2} \Delta t \mathcal{F}_t)_x + O(\Delta t^2) \\ &= [A(\mathcal{F} + \frac{1}{2} \Delta t \mathcal{F}_t)]_x + O(\Delta t^2) = A(\mathcal{F}_x^*) + O(\Delta t^2) \end{aligned} \quad (6)$$

Az ismertett bizonyítás csak differenciálható függvény esetén alkalmazható, látni fogjuk azonban, hogy a Lax-Wendroff-módszer akkor is jó közelítést nyújt, ha ez a feltétel nem teljesül, tehát az előrejelzési tartományban front vagy sebességi ugrás lép fel.

Ezek után ismertetjük a véges különbséges egyenletek felépítését a prediktor és a korrektor sémában. A prediktor lépcsőben az előrejelzési egyenlet rendszert egyszerűbb, nem-divergens alakjában oldjuk meg, és a durvább (elsőrendű) közelítés miatt a léghőmérséklet állapothatározók σ függésének modellezésére bevezetett finomításokat sem használjuk (a hidrosztatikai egyenlet integrálását kivéve). Az összes térkoordináta irányában a másodrendű közelítést biztosító centrált különbségképző és átlagoló operátorokat alkalmazzuk. A prediktor-lépcső véges különbséges egyenletei:

$$\prod_{i+1/2, j+1/2}^{n+1/2} \overline{\Pi}_{i+1/2, j+1/2}^{n+1/2} - 1/2 \Delta t \sum_{k=1}^{N-1} [(m_x)^n_{i+1/2, j+1/2, k+1/2} + (n_y)^n_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}] \Delta \sigma \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} u_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^{n+1/2} &= \overline{u}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2} - 1/2 \Delta t [\overline{u}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n (\overline{u}_x)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + \\ &+ v_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n \cdot (\overline{u}_y)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + 1/2 (S_{i+1/2, j+1/2, k}^n + S_{i+1/2, j+1/2, k+1}^n) (u_\sigma)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n - \\ & - f_{i+1/2, j+1/2, k+1/2} + v_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n \cdot (\overline{\Phi}_x)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + C_p \Theta_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + \\ & + (P_x)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n] \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} v_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^{n+1/2} &= \overline{v}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2} - 1/2 \Delta t [u_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n (\overline{v}_x)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + \\ & + \overline{v}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n \cdot (v_y)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + 1/2 (S_{i+1/2, j+1/2, k}^n + \\ & + S_{i+1/2, j+1/2, k+1}^n) (v_\sigma)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + f_{i+1/2, j+1/2, k+1/2} + \\ & + \overline{u}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n \cdot (\overline{\Phi}_y)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + C_p \Theta_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n (P_y)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n] \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} \overline{\Theta}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^{n+1/2} &= \overline{\Theta}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n - 1/2 \Delta t [\overline{u}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n (\overline{\Theta}_x)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + \\ & + \overline{v}_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n \cdot (\overline{\Theta}_y)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n + 1/2 (S_{i+1/2, j+1/2, k}^n + S_{i+1/2, j+1/2, k+1}^n) (\Theta_\sigma)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2}^n] \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned} \overline{\Pi}_{i+1/2, j+1/2}^n S_{i+1/2, j+1/2, k}^n &= \sigma_k \sum_{l=1}^{k-1} (m_x)_{i+1/2, j+1/2, l+1/2}^n + (n_y)_{i+1/2, j+1/2, l+1/2}^n] \Delta \sigma - \\ & - (1 - \sigma_k) \sum_{j=k}^{N-1} [(m_x)_{i+1/2, j+1/2, l+1/2}^n + (n_y)_{i+1/2, j+1/2, l+1/2}^n] \Delta \sigma \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\Phi_{i+1/2, j+1/2, k+1}^{n+1/2} = \Phi_{i+1/2, j+1/2, k} + \left[\int_{P_{k+1}}^{P_k} R \Theta p^{-1/K} dp \right]_{i+1/2, j+1/2} \quad (12)$$

A geopotenciál számításnál az integrál értékét az első rész (21a) képlete alapján számítjuk. A bevezetett jelölések a következők:

$$f_{i+1/2, j+1/2, k+1/2} = \frac{1}{8} [f_{ijk} + f_{ijk+1} + f_{ij+1k} + f_{ij+1k+1} + f_{i+1jk} + f_{i+1jk+1} + f_{i+1j+1k} + f_{i+1j+1k+1}],$$

$$\begin{aligned} (f_x)_{i+1/2, j+1/2, k+1/2} &= \frac{1}{4 \Delta x} \left[(f_{i+1jk} + f_{i+1jk+1} + f_{i+1j+1k} + f_{i+1j+1k+1}) - \right. \\ & \left. - (f_{ijk} + f_{ijk+1} + f_{ij+1k} + f_{ij+1k+1}) \right], \text{ stb} \dots \end{aligned}$$

ahol:

$$f_{ijk}^n = f[i \Delta x, j \Delta y, k \Delta \sigma, n \Delta t]$$

A korrektor-lépcsőben a divergens egyenletrendszert oldjuk meg. A függőlegesben az állapotthatározók profiljait az *első részben* ismertetett módon tört-

lineáris, illetve ebből származtatott szakaszonként analitikus függvényekkel közelítjük. A profilok jellemzőiként a rácsellán belüli függőleges integrálokat vezetjük be. Ezekre vonatkozik az *I. rész* (14)–(16) előrejelzési egyenletrendszere. Ezen egyenletrendszer teljesen véges különbséges alakját úgy kapjuk, ha benne az x és y irányú deriváltakat az előbb látott centrált véges különbségekkel helyettesítjük. Az integrálokból a rácsponthoz tartozó értékek visszanyerése a sebességek esetén egyszerű, a hőmérséklet esetén bonyolultabb integrálegyenlet megoldását igényli, szintén az ott látható módszerrel. Említést kell még tenni a határfeltételként a Földfelszínen, és az izentropikus rétegben megoldott kvázihorizontális előrejelzési egyenletek véges különbséges közelítéséről: ez is az ismertetett centrált véges különbségekkel és átlagokkal történik.

2. A mesterséges viszkozitás

Mint említettük, módszerünk nem szűrheti ki az inerciális-gravitációs és az orográfiai kényszerhullámzásokat, sőt fő feladata ezek helyes modellezése, mivel a nagyobb skálájú mozgásokra ráépülve éppen ezek a mozgásformák teremtik meg az időjárás „finom” képét. Ezzel kapcsolatosan merül fel az igény, hogy módszerünknek diszkontinuitások, szakadási felületek leírására is alkalmasnak kell lennie. De milyen szakadási felületek jöhetnek számításba? A ciklonok időjárási frontjai nem okoznak gondot, a modellben használt $\Delta s \approx 50$ km felbontású rácshálózaton az állapotváltozók gyors változásának zónáiként jelentkeznek. Ugyancsak nem okoz gondot a tropopauza és a hasonló kontakt szakadási felületek, mivel ott, ha a függvények nem is differenciálhatók, de jobb és baloldali deriváltak korlátos marad. Az orográfiai akadályok körülfolysánál fellépő nyomás- és sebességi ugrások azonban más természetűek: méretük összemérhető vagy kisebb a rács felbontásánál, ezért az állapotváltozók szakadásaként, a deriváltak szingularitásaként jeletkeznek. A szakadáson a deriváltak közelítésén alapuló véges különbséges módszerek csődöt mondanak: instabillá válnak.

Először *Neumann* és *Richtmeyer* vetette fel, hogy mesterségesen meg-növelve az áramló közeg viszkozitását, az ugrások „széthúzhatók” gyors változású zónákká, amivel az instabilitás megszüntethető. Az ötlet nyomán sokféle mesterséges viszkozitási tag került kipróbálásra. Jelen modellben a viszkozitási tagoknak *Lapridus* [3] által javasolt alakját használjuk, amely bizonyos, a későbbiekben tárgyalandó előnyös tulajdonsággal rendelkezik.

Az általunk bevezethető viszkozitási tagok a következő diffúziós egyenletrendszerből származnak:

$$m_t = C_1(|u_x| m_x)_x + C_2(|v_y| m_y)_y + C_3(|s_\sigma| m_\sigma)_\sigma \quad (13)$$

$$n_t = C_1(|u_x| n_x)_x + C_2(|v_y| n_y)_y + C_3(|s_\sigma| n_\sigma)_\sigma \quad (14)$$

$$e_t = C_1(|u_x| e_x)_x + C_2(|v_y| e_y)_y + C_3(|s_\sigma| e_\sigma)_\sigma \quad (15)$$

$$\pi_t = C_1\left(\int_0^1 u_x |d\sigma \cdot \pi_x\right)_x + C_2\left(\int_0^1 v_y |d\sigma \pi_y\right)_y \quad (16)$$

Tegyük fel, hogy a fenti egyenletek által meghatározott diffúziós folyamat megy végbe az előrejelzési tartományban a meteorológiai alapfolyamat mellett. Különböztessük el a két hatást és a diffúziós egyenleteket oldjuk meg irányváltoz-

tató módszerrel. Ezzel meg is adtuk a bevezetendő viszkozitási tagok alakját, amelyet a rövidség kedvéért csak m esetén írunk ki:

$$m_{(1)}^{\Delta t} = m^0 - \Delta t [(um + \pi\Phi)_x + (vm)_y + (sm - p_x\Phi)_\sigma - fn]^{1/2} \Delta t \quad (17a)$$

$$m_{(2)}^{\Delta t} = m_{(1)}^{\Delta t} + C_1 \Delta t [(|u_x| m_x)_x]_{(1)}^{\Delta t} \quad (17b)$$

$$m_{(3)}^{\Delta t} = m_{(2)}^{\Delta t} + C_2 \Delta t [(|v_y| m_y)_y]_{(2)}^{\Delta t} \quad (17c)$$

$$m_{(4)}^{\Delta t} = m_{(3)}^{\Delta t} + C_3 \Delta t [(|s_\sigma| m_\sigma)_\sigma]_{(3)}^{\Delta t} \quad (17d)$$

A (17a)–(17d) egyenletekből nyilvánvaló a sűrűlási tagok bevezetésének, az előrejelzendő függvények *simításiának* logikai sorrendje: először az összes állapothatározót x -irányban simítjuk, majd az új értékeket felhasználva simítunk y , végül pedig σ -irányban.

Nyilvánvaló, hogy a bevezetett mesterséges viszkozitás csak akkor nem torzítja el a légköri folyamatok modellbeli képét, ha nem zavarja meg a Lax–Wendroff-séma másodrendű közelítését. Ezt például úgy érhetjük el, ha a C_1, C_2, C_3 együtthatókat a következő feltétel alapján választjuk meg: $C_1, C_2, C_3 = O(\Delta^2)$, ahol $\Delta = \max(\Delta x, \Delta y, \Delta \sigma)$. Ekkor a bevezetett diffúziós folyamat harmadrendben kicsiny a meteorológiai alapfolyamatokhoz képest és így nyilvánvalóan csak a Lax–Wendroff-séma hibatagjára van hatással.

Mivel divergens előrejelzési egyenleteinket átalakítottuk a vertikális profilok finomított közelítésének megfelelően, a (17b), (17d) egyenletekben szereplő viszkozitási tagokat is adekvát módon át kell alakítani. Ez az átalakítás viszonylag egyszerű a két impulzus-egyenletnél, azonban lényegesen bonyolultabb az energia-egyenlet esetén. Úgy véljük, hogy itt sem a viszkozitási tagok alakjának optimális megválasztását, sem az említett átalakítás optimális megvalósítását nem értük meg el. Ezért az ismertetett átalakítási módszer az energia-egyenlet esetén nem tekinthető véglegesnek.

Induljunk ki az átalakított előrejelzési egyenletek által szolgáltatott értékekből, azaz π és az M, N és E^* impulzus- és energiaintegrálok (pontosabban: integrálközepek) értékeiből a Δt időpontban. A rétegvastagság és az impulzus-komponensek x és y -irányú viszkozitási tagjait egyszerűen kifejezhetjük ezen értékek segítségével:

$$\frac{1}{\Delta \sigma} \int_{\sigma_{k+1}}^{\sigma_k} [(m_x^{(1)} | u_x^{(1)} |)_x] d\sigma \approx \frac{1}{\Delta \sigma} [(m_x^{(1)} | u_x^{(1)} |)_x]_{k+1/2} = [(M_k^{(1)})_x | (M_k^{(1)}/\pi^{(1)})_x]_{k+1/2} \quad (18a)$$

$$\frac{1}{\Delta \sigma} \int_{\sigma_{k+1}}^{\sigma_k} (m_y^{(2)} | v_y^{(2)} |)_y d\sigma \approx [(m_y^{(2)} | v_y^{(2)} |)_y]_{k+1/2} = [(M_k^{(2)})_y | (N_k^{(2)}/\pi^{(2)})_y]_{k+1/2} \quad (18b)$$

$$(\pi_x^{(1)} \int_0^1 |u_x^{(1)}| d\sigma)_x \approx (\pi_x^{(1)} \sum_{k=1}^{N-1} |u_x^{(1)}|_{k+1/2} \Delta \sigma)_x = (\pi_x^{(1)} \cdot \sum_{k=1}^{N-1} | (M_k^{(1)}/\pi^{(1)})_x | \Delta \sigma)_x \quad (18c)$$

$$(\pi_y^{(2)} \int_0^1 |v_y^{(2)}| d\sigma)_y \approx (\pi_y^{(2)} \cdot \sum_{k=1}^{N-1} |v_y^{(2)}|_{k+1/2} \Delta \sigma)_y = (\pi_y^{(2)} \cdot \sum_{k=1}^{N-1} | (N_k^{(2)}/\pi^{(2)})_y | \Delta \sigma)_y \quad (18d)$$

Valamivel nehezebb feladat az impulzus-komponensek σ -irányú simítását szolgáltató kifejezések kiszámítása:

$$\frac{1}{\Delta\sigma} \int_{\sigma_{k+1}}^{\sigma_k} (m_{\sigma}^{(3)} | s_{\sigma}^{(3)} |)_{\sigma} d\sigma = (m_{\sigma}^{(3)} | s_{\sigma}^{(3)} |)_k - (m_{\sigma}^{(3)} | s_{\sigma}^{(3)} |)_{k+1} \quad (19)$$

Az impulzus cellán belüli lineáris profiljának megfelelően:

$$(m_{\sigma})_{k+1/2}^{(3)} = (m_k^{(3)} - m_{k+1}^{(3)})/\Delta\sigma \quad (20)$$

Ugyanakkor:

$$\begin{aligned} (s_{\sigma})_{k+1/2}^{(3)} &= \sum_{j=1}^{N-1} (m_x + n_y)_{j+1/2}^{(3)} \Delta\sigma - (m_x + n_y)_{k+1/2}^{(3)} = \\ &= \sum_{j=1}^{N-1} [(M_j^{(3)})_x + (N_j^{(3)})_y] \Delta\sigma - [(M_k^{(3)}) + (N_k^{(3)})_y] \end{aligned} \quad (21)$$

Mivel az $m_{\sigma} | s_{\sigma} |$ szorzat már kicsiny mennyiség, feltehető, hogy a cellák belsejében állandó, és így a (19) formula jobboldalán álló különbséget a következőképpen számíthatjuk:

$$\begin{aligned} (m_{\sigma}^{(3)} | s_{\sigma}^{(3)} |)_k - (m_{\sigma}^{(3)} | s_{\sigma}^{(3)} |)_{k+1} &= | s_{\sigma} |_{k-1/2} (m_{k-1}^{(3)} - m_k^{(3)})/\Delta\sigma - \\ &- | s_{\sigma} |_{k+3/2} (m_{k+1}^{(3)} - m_{k+2}^{(3)})/\Delta\sigma \end{aligned} \quad (22)$$

Az itt szereplő impulzus-különbségeket ugyancsak kifejezhetjük az impulzus-integrálok értékeivel, a következőképpen:

$$\begin{aligned} m_k^{(3)} &= 2M_{k-1}^{(3)} - 2M_{k-2}^{(3)} + \dots + (-1)^{k-2} 2M_1^{(3)} + (-1)^{k-1} m_1^{(3)} \\ m_k^{(3)} - m_{k+1}^{(3)} &= -2M_k^{(3)} + 4M_{k-1}^{(3)} - \dots + (-1)^k 4M_1^{(3)} + (-1)^{k+1} 2m_1^{(3)} \end{aligned} \quad (23)$$

Figyelembevétel s_{σ} kifejezését az impulzus-integrálokkal, a (18) képletben szereplő viszkozitási tagot teljes egészében átalakítottuk a prognosztikai egyenletnek megfelelő formára.

Áttérünk az energia simítását szolgáltató viszkozitási tagok kiszámítására. Az ismertető módszer kísérletet tesz az energia egyes komponenseinek külön-külön való simítására, figyelembevétel az impulzus simítását és a hőenergia simításának hatását a potenciális energiára.

A kinetikus energiát nem simítjuk, hanem simított értékét az impulzus simított értékeiből számítjuk ki:

$$K_k^{(4)} = 1/4(m_k^2 + m_{k+1}^2 + n_k^2 + n_{k+1}^2)^{(4)}/\pi^{(4)} \quad (24)$$

Az impulzus-komponensek rácsponti értékeinek négyzetösszegét könnyen ki tudjuk fejezni az integrált impulzus-értékekkel összegük és különbségük (23) kifejezése alapján:

$$\begin{aligned} m_k^{(4)2} + m_{k+1}^{(4)2} &= 1/2 (m_k^{(4)} + m_{k+1}^{(4)})^2 + 1/2 (m_k^{(4)} - m_{k+1}^{(4)})^2 = \\ &= 2M_k^{(4)2} + 2[M_k^{(4)} - 2M_{k-1}^{(4)} + \dots + (-1)^{k-1} 2M_1^{(4)} + (-1)^k m_1^{(4)}]^2 \end{aligned} \quad (25)$$

A termikus energiaösszetevő simítását x és y -irányban az impulzuséhoz hasonlóan végezzük:

$$q = \pi C_p \Theta p^{k-1/k}$$

$$\frac{1}{\Delta\sigma} \int_{\sigma_k}^{\sigma_{k+1}} (q_x^{(1)} | u_x^{(1)} |)_x d\sigma = [(q_x^{(1)} | u_x^{(1)} |)_x]_{k+1/2} = [(\Theta_k^{(1)})_x | (M_k^{(1)}/\pi_k^{(1)})_x]_x \quad (26a)$$

$$\frac{1}{\Delta\sigma} \int_{\sigma_k}^{\sigma_{k+1}} (q_y^{(2)} | v_y^{(2)} |)_y d\sigma = [(q_y^{(2)} | v_y^{(2)} |)_y]_{k+1/2} = [(\Theta_k^{(2)})_y | (N_k^{(2)}/\pi_k^{(2)})_y]_y \quad (26b)$$

A termodinamikai energia σ -irányú simítását cellán belüli hatványkitevős profiljának figyelembevételével végezzük. Az impulzussal azonos módon:

$$\frac{1}{\Delta\sigma} \int_{\sigma_k}^{\sigma_{k+1}} (q_\sigma^{(3)} | s_\sigma^{(3)} |) d\sigma = (q_\sigma | s_\sigma |)_k^{(3)} - (q_\sigma | s_\sigma |)_{k+1}^{(3)} \quad (27)$$

A termodinamikai energia kifejezéséből $\pi^2 q_\sigma = (C_p \Theta p^{k-1/k})_p$ és ha behelyettesítjük Θ lineáris profilját:

$$\pi^2 q_\sigma = \left[C_p \frac{\Theta_k - \Theta_{k+1}}{p_k - p_{k+1}} p + R \frac{\Theta_k (p - p_{k+1}) + \Theta_{k+1} (p_k - p)}{p_k - p_{k+1}} \right] p^{-1/k} \quad (28)$$

A fenti derivált értékeire a cellák határfelületén van szükségünk, ahol a potenciális hőmérsékleti profil törése miatt a termikus energia éppen nem differenciálható. Minthogy a jobb és baloldali deriváltak léteznek és jól jellemzik a határfelülettel szomszédos cellákon belüli profilokat, itteni q_σ értékek ezek számtani közepét: $1/2 [q_\sigma^+ + q_\sigma^-]$ -t vesszük. Ugyanakkor az s_σ értékek kicsinysege miatt ezen mennyiség határfelületi értékét is közelíthetjük a cellaközépponti értékek számtani közepével. Ezek figyelembevételével a viszkozitási tag számítására a következő munkaformulát kapjuk:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\Delta\sigma} \int_{\sigma_k}^{\sigma_{k+1}} (q_\sigma^{(3)} | s_\sigma^{(3)} |)_\sigma d\sigma = \\ & = 4\pi^2 (3) [(| s_\sigma |_{k-1/2}^{(3)} + | s_\sigma |_{k+1}^{(3)}) \left(c_p \frac{\Theta_{k-1}^{(3)} - \Theta_{1/k}^{(3)}}{\Delta p^{(3)}} p_k^{(3)k-1/k} + 2 R \Theta_k^{(3)} p_k^{(3)-1/k} \right) - \\ & - (| s_\sigma |_{k+1/2}^{(3)} + | s_\sigma |_{k+3/2}^{(3)}) \left(c_p \frac{\Theta_k^{(3)} + \Theta_{k+1}^{(3)}}{\Delta p^{(3)}} p_{k+1}^{(3)k-1/k} + 2 R \Theta_{k+1}^{(3)} p_{k+1}^{(3)-1/k} \right)] \end{aligned} \quad (29)$$

A formulában s_σ számítására a (21) képletet használjuk.

Végül a termodinamikai energia simítása után a simított potenciális hőmérséklet-értékekből kiszámítjuk a geopotenciál és a potenciális energia simított értékeit.

3. A számítási módszer konzervativitása és korrektsége szakadós megoldás esetén

Ebben a részben részletesen foglalkozunk a Lax – Wendroff-séma és a bevezetett mesterséges viszkozitás előnyös tulajdonságaival, amely kiválasztásukat indokolja. A divergens egyenleteket szokás a megmaradási törvények differenciális alakjának is nevezni. A megmaradási törvények integrál-alakját, az „igazi” megmaradási törvényeket ezekből úgy kaphatjuk meg, ha az $\Omega \times (0, T) = Q$ tartomány valamely korlátos, zárt $F \subset Q$ részén integráljuk őket:

$$I = \int_F (\mathcal{F}_t + \mathcal{A}_x + \mathcal{B}_y + \mathcal{C}_\sigma) dx dy d\sigma dt = 0 \quad (30)$$

és alkalmazzuk a Gauss – Osztrogradszkij tétel átalakítását:

$$I = \oint_S (\mathcal{F} \cos \alpha_t + \mathcal{A} \cos \alpha_x + \mathcal{B} \cos \alpha_y + \mathcal{C} \cos \alpha_\sigma) dS = 0 \quad (31)$$

Itt S az F korlátos, zárt tartomány zárt határfelülete, $\alpha_t, \alpha_x, \alpha_y, \alpha_\sigma$ pedig a határfelület normálisa és a koordinátatengelyek által bezárt szögek. Ez a megmaradási törvények legáltalánosabb integrál-alakja, s azt fejezi ki, hogy bármely $S \subset R^4$ zárt felületen keresztül „hatás nem áramlik át”.

Ha az F kompakt tartományt legegyszerűbben négydimenziós intervallumnak választjuk: $F = \{0 \leq x \leq L, 0 \leq y \leq M, 0 \leq \sigma \leq 1, 0 \leq t \leq T\}$ akkor a következő egyszerű integrál-alakot kapjuk:

$$\begin{aligned} I = & \int_0^T \int_0^M \int_0^L \mathcal{F} |_0^T dx dy d\sigma + \int_0^T \int_0^M \int_0^L \mathcal{A} |_0^L dy d\sigma dt + \\ & + \int_0^T \int_0^M \int_0^L \mathcal{B} |_0^M dx d\sigma dt + \int_0^T \int_0^M \int_0^L \mathcal{C} |_0^1 dx dy dt = 0 \end{aligned} \quad (32)$$

Ez a megmaradási törvények ismert alakja, amely azt fejezi ki, hogy a tömeg, az impulzus és az energia megváltozása az F halmaz térkoordináták szerinti vetületében, a $K = \{0 \leq x \leq L, 0 \leq y \leq M, 0 \leq \sigma \leq 1\}$ téglatestben, egyenlő az ezen mennyiségek határolólapokon keresztüli ki és beáramlásának különbségével.

Ezek után rátérünk számítási módszerünk előnyös tulajdonságainak ismertetésére.

1. Állítás

A Lax – Wendroff-módszer véges különbséges egyenletei kielégítik a (32) megmaradási törvény véges különbséges megfelelőjét. Ez a véges különbséges összefüggés $\Delta = \max(\Delta x, \Delta y, \Delta \sigma, \Delta t) \rightarrow 0, \frac{\Delta t}{\Delta x}, \frac{\Delta t}{\Delta y}, \frac{\Delta t}{\Delta \sigma} \leq K < +\infty$ esetén

tart a (32) integrálhoz. Az állítás érvényes az ismertetett mesterséges viszkozitás bevezetésével simított egyenletekre is.

Az állítás bizonyításához a véges különbséges egyenleteket összegeznünk kell a K téglatest belsejébe eső rácspontokra.

Tegyük fel, hogy a téglatest határai x és y -irányban a kisegítő rácssíkokra esnek, mégpedig x -irányban a $-(L + \frac{1}{2})$; $L + \frac{1}{2}$ indexűekre, míg y -irányban a $-(M + \frac{1}{2})$; $M + \frac{1}{2}$ indexűekre. A σ -koordináta irányban tételezzünk fel N db rácssíkot. A tömeg, az impulzus és az energia megőrzését egy időlépcsőben vizsgáljuk. A kontinuitási egyenletre:

$$\sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \frac{\pi_{ij}^{n+1} - \pi_{ij}^n}{\Delta t} + \sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{m_{i+1/2, jk+1/2}^{n+1/2} - m_{i-1/2, jk+1/2}^{n+1/2}}{\Delta x} \Delta \sigma +$$

$$+ \sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{n_{ij+1/2, k+1/2}^{n+1/2} - n_{ij-1/2, k+1/2}^{n+1/2}}{\Delta y} \Delta \sigma = 0 \quad (33)$$

A második többszörös összegben az i -szerinti, a harmadik összegben pedig a j -szerinti összegzéskor a különbségek kiejtik egymást, így végeredményül ezt kapjuk:

$$\sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \frac{\pi_{ij}^{n+1} - \pi_{ij}^n}{\Delta t} + \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{m_{L+1/2, jk+1/2}^{n+1/2} - m_{-L-1/2, jk+1/2}^{n+1/2}}{\Delta x} \Delta \sigma +$$

$$+ \sum_{i=-L}^L \sum_{k=1}^{N-1} \frac{n_{M+1/2, k+1/2}^{n+1/2} - n_{-M-1/2, k+1/2}^{n+1/2}}{\Delta y} \Delta \sigma = 0 \quad (34)$$

ami láthatóan a (32) formula első komponensének véges különbséges megfelelője.

Megemlítjük, hogy eddig csak a korrektor-séma szerinti véges különbséges egyenleteket használtuk fel, a prediktor séma alakjának a későbbiekben lesz szerepe. Hasonlóképpen kapjuk a megőrzési formulákat a többi egyenlet esetén is. Az egyenletek vertikális irányban történt átalakítása nem befolyásolja az egyenletek konzervatív tulajdonságát, sőt megkönnyíti annak ellenőrzését. A σ -koordináta szerint ugyanis analitikusan integrálunk közelítő összeg vétele helyett, és így a Newton – Leibniz formula alkalmazásával triviálisan az alábbi eredményt kapjuk:

$$\sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{M_{ijk}^{n+1} - M_{ijk}^n}{\Delta t} + \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{(um + \pi\Phi)_{L+1/2, jk+1/2}^{n+1/2} - (um + \pi\Phi)_{-L+1/2, jk+1/2}^{n+1/2}}{\Delta x} +$$

$$+ \sum_{i=-L}^L \sum_{k=1}^{N-1} \frac{(vm)_{i, M+1/2, k+1/2}^{n+1/2} - (vm)_{i, -M-1/2, k+1/2}^{n+1/2}}{\Delta y} +$$

$$+ \sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \frac{(sm - p_x \Phi)_{ijN}^{n+1/2} - (sm - p_x \Phi)_{ij1}^{n+1/2}}{\Delta \sigma} = 0 \quad (35)$$

$$\sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{N_{ijk}^{n+1} - N_{ijk}^n}{\Delta t} + \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{(un)_{L+1/2, i, k+1/2}^{n+1/2} - (un)_{-L-1/2, jk+1/2}^{n+1/2}}{\Delta x} +$$

$$+ \sum_{i=-L}^L \sum_{k=1}^{N-1} \frac{(vn + \pi\Phi)_{i, M+1/2, k+1/2}^{n+1/2} - (vn + \pi\Phi)_{i, -M-1/2, k+1/2}^{n+1/2}}{\Delta y} +$$

$$+ \sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \frac{(sn - p_y \Phi)_{ijN}^{n+1/2} - (sn - p_y \Phi)_{ij1}^{n+1/2}}{\Delta \sigma} = 0 \quad (36)$$

$$\sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{E_{ijk}^{*n+1} - E_{ijk}^n}{\Delta t} - \sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \left[p_{ijN}^{n+1/2} \frac{\Phi_{ijN}^{n+1} - \Phi_{ijN}^n}{\Delta t} - p_{ij1}^{n+1/2} \frac{\Phi_{ij1}^{n+1} - \Phi_{ij1}^n}{\Delta t} \right] +$$

$$\begin{aligned}
 & + \sum_{j=-M}^M \sum_{k=1}^{N-1} \frac{(\mu e)_{i+1/2, k+1/2}^{n+1/2} - (ue)_{-L-1/2, k+1/2}^{n+1/2}}{\Delta x} + \\
 & + \sum_{i=-L}^L \sum_{k=1}^{N-1} \frac{(ve)_{i, M+1/2, k+1/2}^{n+1/2} - (ve)_{i-M-1/2, k+1/2}^{n+1/2}}{\Delta y} + \sum_{i=-L}^L \sum_{j=-M}^M \frac{(se)_{ij}^{n+1/2} - (se)_{jil}^{n+1/2}}{\Delta \sigma} = 0
 \end{aligned} \tag{37}$$

Be kell még látni, hogy a kapott összefüggések $\Delta \rightarrow 0$ esetén a (32) integrálösszefüggés egyes komponenseihez tartanak, azaz, hogy a Lax – Wendroff-séma egyenletei a megmaradási törvényeknek nemcsak véges különbséges analógiát, hanem közelítését elégítik ki. Ez triviális volna, ha a (34)–(37) egyenletekben minden $(n + \frac{1}{2})\Delta t$ időpontbeli érték helyett (tehát a prediktor-sémával kapott közelítő értékek helyett) $n \Delta t$ időpontbeli érték állna. Ekkor ugyanis a fenti összefüggések éppen a (32) formula komponenseinek Riemann-összegei volnának.

Igazoljuk, hogy $\Delta \rightarrow 0$ esetén az egyenletekben szereplő összes $(n + \frac{1}{2})\Delta t$ időpontbeli érték tart az ugyanazon függvények $n \Delta t$ időpontbeli értékéhez. Ez az előbbiekről szerint elégséges ahhoz, hogy a (34)–(37) egyenletek a (32) egyenlethez közelítsenek.

Az $(n + \frac{1}{2})\Delta t$ időpontbeli értékeket fejezzük ki az $n \Delta t$ időpontbeli függvényértékekkel, figyelembevéve a prediktor-egyenleteket és az átlagolást. A kapott kifejezések rendelkeznek a következő két tulajdonsággal:

1. szimmetrikusak az adott helyre nézve, azaz bennük x, y, σ irányban szimmetrikusan elhelyezkedő pontokbeli függvényértékek szimmetrikus együtthatókkal szerepelnek. 2. visszaadják az eredeti függvényt, azaz egyetlen pontban vett függvényértékekből összeállítva őket, a megfelelő függvény $n \Delta t$ időpontbeli értékét szolgáltatják.

Ez a két feltétel – melyeknek ellenőrzése triviális-elégséges ahhoz, hogy: stabilitás esetén $\left(\frac{\Delta t}{\Delta x}, \frac{\Delta t}{\Delta y}, \frac{\Delta t}{\Delta \sigma} \leq K \right) \lim_{\Delta \rightarrow 0} f_{ijk}^{n+1/2} = f_{ijk}^n$ álljon fenn minden szereplő prediktor-értékre, amivel a bizonyítást befejeztük.

Hátra van még annak ellenőrzése, hogy a simított véges különbséges egyenletek is eleget tesznek-e a fenti követelményeknek. A viszkozitás tagok véges különbséges alakja az x - és y -irányú simításnál a következő:

$$(\pi_{i+1}^n - \pi_{ij}^n) \sum_{k=1}^{N-1} |u_{i+1, j, k+1/2}^n - u_{i, j, k+1/2}^n| - (\pi_{ij}^n - \pi_{i-1, j}^n) \sum_{k=1}^{N-1} |u_{i, j, k+1/2}^n - u_{i-1, j, k+1}^n| \tag{38}$$

$$\begin{aligned}
 & (M_{i+1, j, k}^n - M_{ijk}^n) |M_{i+1, j, k}^n / \pi_{i+1, j}^n - M_{ijk}^n / \pi_{ij}^n| - \\
 & - (M_{ijk}^n - M_{i-1, j, k}^n) |M_{ijk}^n / \pi_{ij}^n - M_{i-1, j, k}^n / \pi_{i-1, j}^n|
 \end{aligned} \tag{39}$$

$$\begin{aligned}
 & (N_{i+1, j, k}^n - N_{ijk}^n) |M_{i+1, j, k}^n / \pi_{i+1, j}^n - M_{ijk}^n / \pi_{ij}^n| - \\
 & - (N_{ijk}^n - N_{i-1, j, k}^n) |M_{ijk}^n / \pi_{ij}^n - M_{i-1, j, k}^n / \pi_{i-1, j}^n|
 \end{aligned} \tag{40}$$

$$\begin{aligned}
 & (Q_{i+1, j, k}^n - Q_{ijk}^n) |M_{i+1, j, k}^n / \pi_{i+1, j}^n - M_{ijk}^n / \pi_{ij}^n| - \\
 & - (Q_{ijk}^n - Q_{i-1, j, k}^n) |M_{ijk}^n / \pi_{ij}^n - M_{i-1, j, k}^n / \pi_{i-1, j}^n|
 \end{aligned} \tag{41}$$

(Az y -irányú tagok teljesen analógok.) Az x -irányú tagokat i szerint,

az y -irányú tagokat j szerint összegezve az összegekből az első és utolsó tag különbsége marad meg, ezek eltűnése esetén (pl. periodikus határfeltételek) a (34)–(37) formulák a viszkozitási tagokat tartalmazó véges különbséges egyenletekre is érvényben maradnak.

Vizsgáljuk meg a viszkozitási tagokat alkotó különbség két összetevőjét. Ezek a kifejezések is szimmetrikusak, de θ -értékűek, azaz egyetlen pontban vett függvényértékekből összeállítva őket θ -t adnak. Ezért $\Delta \rightarrow 0$, $\frac{\Delta t}{\Delta x}$, $\frac{\Delta t}{\Delta y}$, $\frac{\Delta t}{\Delta \sigma} \leq K$ esetén a megmaradt viszkozitási tagok összegei θ -hoz tartoznak, és a simított véges különbséges egyenletek is a (32) integrál komponenseinek közelítő összegei lesznek.

Állításunk azt mondja ki, hogy a Lax-Wendroff séma a megmaradási törvényeknek nemcsak differenciális alakját, hanem integrál-alakját is közelíti. Az ilyen tulajdonságú módszereket *konzervatív* vagy *divergens* nevezük, a megmaradási törvényekkel analóg tulajdonságaikra utalva. A bevezetett viszkozitás elterjedt elnevezése a *pseudo-viszkozitás*, ami arra utal, hogy ez a valódi viszkozitással ellentétben nem okoz energia-vesztést a rendszerben.

Áttérünk a Lax – Wendroff-módszer egy további előnyös tulajdonságának vizsgálatára, amely az előbbivel szoros kapcsolatban van.

Az imént megállapítottuk, hogy a Lax – Wendroff-módszer egy olyan összefüggést is közelít, melyben nincs feltéve az \mathcal{F} , \mathcal{A} , \mathcal{B} és \mathcal{C} vektorfüggvények differenciálhatósága. Ebből már sejthető, hogy ez a módszer a megmaradási törvényeket kielégítő függvények közül nemcsak a differenciálhatóknak, hanem szélesebb osztálynak is jó közelítő módszere. Ezt igazoljuk a következőkben.

A (31) összefüggéshez hasonló módon kaphatjuk a megmaradási törvények *általánosított* alakját. Ha a divergens egyenleteket megszorozzuk egy $w:Q \rightarrow R$ differenciálható és egy F korlátos zárt Q -beli halmazon kívül mindenütt eltűnő (kompakt tartójú) függvénnyel, majd integráljuk a kapott összefüggést Q -ban, a következőt kapjuk:

$$\begin{aligned} I &= \int_Q [w(\mathcal{F}_t + \mathcal{A}_x + \mathcal{B}_y + \mathcal{C}_\sigma)] dx dy d\sigma dt = \\ &= - \int_Q [w_t \mathcal{F} + w_x \mathcal{A} + w_y \mathcal{B} + w_\sigma \mathcal{C}] dx dy d\sigma dt = 0 \end{aligned}$$

A kapott összefüggést nevezik a *megmaradási törvények általánosított alakjának*. Azokat az \mathcal{F} függvény-vektorokat melyek eleget tesznek a megmaradási törvények általánosított alakjának, azaz minden fenti tulajdonságú w függvényre a (42) formula utolsó integrálját θ -vá teszik, a divergens egyenletek *általánosított megoldásának* nevezük. Az általánosított megoldásnak nem kell differenciálhatónak lennie, de ahol az, kielégíti a divergens egyenleteket is.

A (34) – (37) összefüggések levezetéséhez teljesen hasonló módon igazolhatjuk, hogy a Lax – Wendroff-séma és simított változata eleget tesz a (42) formula véges különbséges közelítésének. Ezt a tényt és fontos következményét fogalmazzuk meg a:

2. Állítás

Ha a Lax-Wendroff séma véges különbséges egyenletei konvergensek

$\Delta = \max(\Delta x, \Delta y, \Delta \sigma, \Delta t) \rightarrow 0$, $\frac{\Delta t}{\Delta x}$, $\frac{\Delta t}{\Delta y}$, $\frac{\Delta t}{\Delta \sigma} \leq K$, esetén, akkor a határértékül

kapott \mathcal{F} függvény a megmaradási törvények általánosított megoldása, amely differenciálhatósági pontjaiban megoldása a divergens egyenleteknek is. Az állítás érvényben marad a simított véges különbséges egyenletekre is. Állításunk a Lax – Wendroff-séma *korrektségét* fejezi ki, tehát azt, hogy a véges különbséges egyenletek megoldása a megmaradási törvények megoldását közelíti, de nemcsak a differenciálható megoldások körében, hanem egy szélesebb (itt nem ismertetendő) függvényosztályba tartozó megoldások esetén is. Ide tartoznak azok a megoldások is, melyeknek egy 0-mértékű halmazon (valamely görbe mentén) szakadásuk van, tehát sémánk ugrásos megoldás esetén is alkalmazható marad.

Végezetül foglaljuk össze, a Lax – Wendroff-séma ebben a részben bizonyított előnyös tulajdonságait. Igazoltuk, hogy a séma és simított változata másodrendben *approximálja* a divergens egyenleteket. Ezenkívül igazoltuk a séma *korrektségét* szakadásos megoldás esetén is: azaz ha a séma *konvergens*, akkor a megoldást adja. A konvergencia elégséges feltétele viszont a séma *approximációjának* (amit igazoltunk) és *stabilitásának* együttes fennállása [4]. Így azt kapjuk, hogy ha a séma stabilitását biztosítani tudjuk, akkor az szakadásos áramlási kép esetén is a helyes megoldást közelíti. A stabilitással külön cikk keretében foglalkozunk majd.

IRODALOM

- [1] Práger T.: Hidrodinamikai módszer a Kárpát-medence időjárásának finomfelbontású előrejelzésére. I. *Időjárás*, 82. No. 4. pp. 200 – 210. 1978.
- [2] Varga L.: Közöséges differenciálegyenletek numerikus módszerei. Egyetemi jegyzet. ELTE, 1973.
- [3] Lapidus Á.: A detached shock calculation by second order finite differences. *AEC Research and Development Report*. NYO-1480-69. New York Univ., 1967.
- [4] Самарский Л. В.: Теория разностных схем. Гостехиздат, Москва, 1976.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 5. szám. 1978. szept. – okt.
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 5 September – October 1978 Budapest

Az első globális GARP-kísérlet összetett megfigyelő rendszere

GÖTZ GUSZTÁV, Központi Meteorológiai Intézet, Budapest

The Composite Observing System of the First GARP Global Experiment (FGGE.)
The Global Experiment is one of the largest and most complex scientific undertakings ever attempted. The purpose of the Experiment is to obtain a better understanding of the behaviour of the global atmosphere and the physical processes underlying that behaviour, to develop mathematical models of the atmosphere which will permit reliable long-range weather forecasts, to guide the design of a cost-effective global observing and forecasting system for routine use by nations of the world, and to investigate the mechanisms underlying climate variations. No single observing system is capable of providing the observations needed to meet these goals of the Experiment. Hence, a composite observing system has been designed, consisting of a number of individual observing systems of different types. This composite system is based upon the steadily growing operational World Weather Watch (WWW), but seeks to fill the gaps in WWW coverage which will still exist at the time of the Experiment by means of specially deployed observing systems.

✱

Комплексная система наблюдений при Первом Глобальном Эксперименте ПИГАП (ПГЭП). Глобальный эксперимент является одним из крупнейших и наиболее комплексных научных начинаний, когда-либо предпринятых в мире. Эксперимент предназначен для лучшего понимания особенностей глобальной атмосферы и физических процессов, определяющих поведение атмосферы, для разработки математических моделей атмосферы, позволяющих составлять достоверные долгосрочные прогнозы, для сформулирования принципов проектирования эффективной глобальной системы наблюдений и прогнозов, применяемой нациями всего мира в производственном порядке и для изучения механизмов, обуславливающих изменения климата. При проектировании эксперимента явно показалось, что нет единственной системы наблюдений, которая одна могла бы обеспечивать наблюдения, удовлетворяющие требованиям поставленной цели. В связи с этим была запроецирована комплексная система, состоящая из ряда одиночных систем наблюдений различного типа. Данная сложная система основывается на все расширяющейся оперативной Всемирной Службе Погоды (ВСП), но при этом пробелы в сети ВСП, которые будут еще существовать во время эксперимента, будет заполняться специально создаваемыми системами наблюдений.

✱

Az első globális GARP-kísérlet (*First GARP Global Experiment* – FGGE), amely a WMO és az ICSU közös erőfeszítéseként egy évtized gondos tervező munkájának az eredménye, egyike azoknak a legnagyobb és legösszetettebb tudományos vállalkozásoknak, amelyekre valaha is sor került. A kísérletben a világ gyakorlatilag valamennyi országa részt vesz. Néhányuk technikailag fejlett megfigyelő berendezéseket boesát rendelkezésre, mások növelik a meglevő megfigyelő vagy távközlő rendszerek kapacitását, elszállásolnak operatív egységeket, vagy pénzügyi támogatást ajánlanak fel. A szakemberek számára a legkorszerűbb megfigyelő eszközök és a legnagyobb teljesítményű elektronikus számítógépek állnak majd rendelkezésre ahhoz, hogy végrehajtsák a Föld légkörének és óceánjainak eddigi legalaposabb felmérését és tanulmányozását.

1. Az FGGE célja

Az FGGE a megfigyelés és a kutatás nemzetközi programja, amelynek feladata, hogy megállapítsa az időjárás előrejelzésének elérhető határait.

A légkör numerikus modelljeivel végrehajtott elméleti vizsgálatok kimutatták, hogy nagy szakadék van a légkör nagytérségű mozgásainak előrejelzését illető jelenlegi képességeink és a prognózisnak azon végső határára vonatkozó becslések között, amelyet a mozgások turbulens természete szab meg. Ez a szakadék a következő körülményekből fakad:

- nem megfelelőek az ismereteink a légkörnek a numerikus időjárás előrejelzés induló pontját jelentő *kezdeti állapotát* illetően, és
- nem megfelelőek az ismereteink az azon *fizikai folyamatok és matematikai eljárások* vonatkozásában, amelyek hatékony numerikus prognosztikai modellek szerkesztéséhez szükségesek.

Az FGGE az adatok olyan együttesét fogja szolgáltatni, amely lényegesen teljesebb az operatív időjárás előrejelzésekhez a rutin megfigyelő hálózatból nyerhetőnél. Az ezen bőségebb adatbázist használó kutatás és experimentáció képes lesz meghatározni a megfigyeléseknek azt a pontosságát és sűrűségét, ami az előrejelzések tökéletesítéséhez valóban szükséges, s segíteni fog kifejleszteni azokat a modellezési segédleteket, amelyek ennek a tökéletesítésnek az elérését lehetővé teszik. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy ha a cél a mainál jobb modellek kidolgozása és ellenőrzése, akkor ehhez *lényegesen jobb* globális adatbázist kell az FGGE során megszerezni, mint amivel jelenleg rendelkezünk.

Az FGGE-nek ezt a prototípus jellegű adatbázisát felhasználó eredményes kutatás elvezet majd

- a tökéletesebb operatív előrejelzési modellek kifejlesztéséhez;
- olyan operatív megfigyelő rendszer specifikálásához, amely lehetővé teszi a tökéletesített előrejelzési módszerek rutin formában történő alkalmazását;
- a transziens dinamikai folyamatok és a klíma-fluktuációk hosszabb tartamú mechanizmusai közötti kapcsolatok jobb megértéséhez;
- végül annak a kérdésnek az alaposabb megismeréséhez, hogy mi a relatív szerepe az előrejelzési hibák csökkentésében a kezdeti állapot pontosabb ismeretének, a fizikai folyamatok jobb ismeretének és a tökéletesített matematikai eljárásoknak.

Az FGGE különleges célkitűzéseit a következőkben foglalhatjuk össze:

1. Elérni a légkör nagytérségű dinamikája és a kritikus fizikai folyamatok jobb diagnosztikai megértését.

2. Kezdeti feltételeket és verifikációs adatokat szolgáltatni azoknak a modell-kísérleteknek a számára, amelyeket az operatív időjárás előrejelzés érvényességi tartamának az előrejelezhetőség végső határa felé történő kiterjesztésére szerkesztettek.

3. Irányítani az operatív időjárás előrejelzésekhez szükséges optimális meteorológiai megfigyelő és előrejelző rendszer tervezését.

4. A megfigyelés egyéves periódusa által megszabott korlátokon belül vizsgálni az éghajlat ingadozásainak alapjául szolgáló fizikai mechanizmusokat.

Az FGGE során a következő *adattípusok* kerülnek tárolásra illetve feldolgozásra:

I. szint: Elsődleges adatok. Ezek általában műszerekről leolvasott adatok, megfelelő fizikai egységekben kifejezve, meghatározott időpontokra és földrajzi koordinátákra vonatkoztatva. Ilyen adatokra példa a műholdak sugárzási adatai vagy az aerosztátok pozíciói, s. i. t. (de a nyers telemetrikus jelek már nem). Ezeket az adatokat még tovább kell konvertálni ahhoz, hogy az adatokkal szemben támasztott követelményeknek eleget tevő meteorológiai paraméterekké váljanak. Az elsődleges adatok kezelését és konvertálását általában azok az intézmények hajtják végre, amelyek a szóbanforgó megfigyelő berendezést üzemeltetik.

II. szint: Meteorológiai paraméterek. Ezek az adatok a megfigyelés helyére és időpontjára vonatkozó meteorológiai paraméterek értékei. Vagy a különböző egyszerű műszerekről közvetlenül nyerhetők (pl. hőmérséklet), vagy az I. szintű adatokból vezethetők le (pl. átlagos szél az aerosztátok egymást követő pozíciói alapján).

A II. szintű adatok három kategóriába sorolhatók:

II-a szint: Operatív adatok, amelyek a globális távközlési rendszeren keresztül az operatív cikluson belül kerülnek forgalmazásra;

II-b szint: A globális kísérletek kutatási adatállománya, amely a teljes globális adathalmaz kialakítása érdekében késleltetve áll össze;

II-c szint: A klímakutatás adatállománya, amely késleltetett módon kerül összeállításra.

III. szint: Kezdeti érték paraméterek. Ezek olyan belsőleg konzisztens adatállományok, amelyek a II. szintű adatokból négydimenziós asszimilációs módszerek alkalmazásával állíthatók elő. A III. szintű adatok két kategóriába sorolhatók:

III-a szint: Operatív analízisek, amelyek a II-a szintű adatokból származnak;

III-b szint: A globális kísérlet analízisei, amelyek késleltetve a II-b szintű adatokból származnak.

A real-time adatforgalmazás II-a és III-a szintű adatállományokat, a késleltetett processzálás pedig II-b és III-b szintű adatállományokat eredményez.

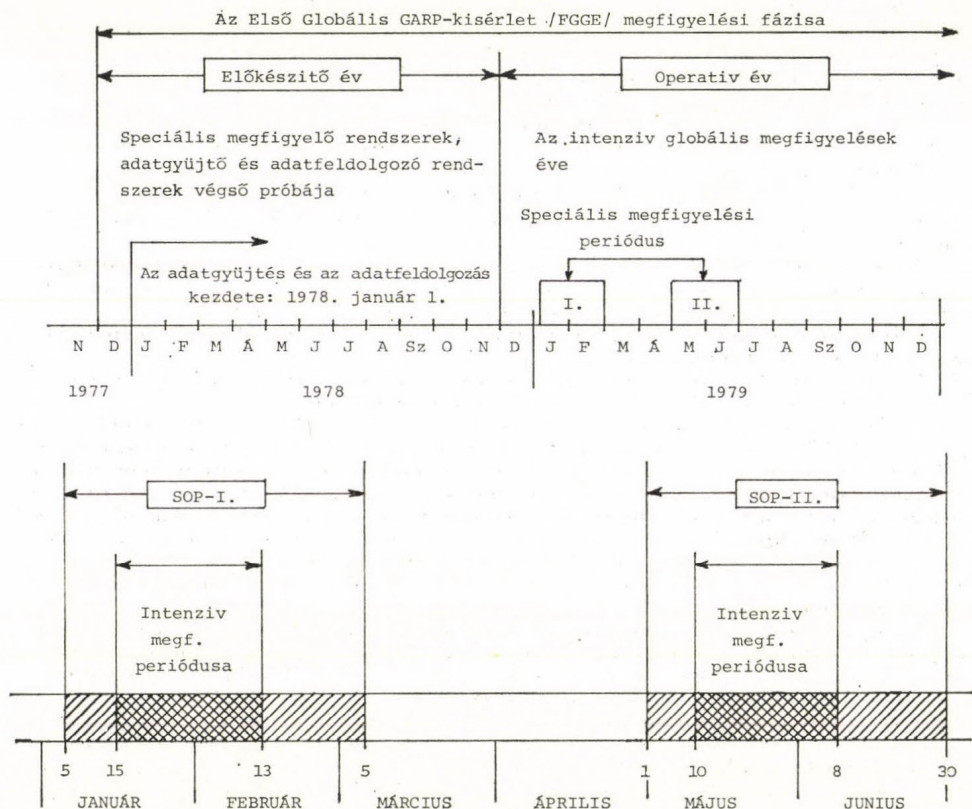
Ebből az osztályozásból kitűnik, hogy az FGGE legfontosabb adatállományát a késleltetett forgalmazásban gyűjtött II-b szintű adatok képezik majd. Ezeknek az adatoknak az összegyűjtésére négy *körzeti alközpontot* (Anglia, Egyesült Államok, Japán és Szovjetunió), valamint számos *speciális adatközpontot* jelöltek ki, amelyek az adatállományokat nemzetközileg előírt formátumban mágnesszalagra rögzítve tíznaponként két *II-b szintű adatközpontba* juttatják el. A *felsőzini megfigyelő rendszerből* származó II-b szintű adatok központja a Szovjetunió (Moszkva), az *úrbázisú és a speciális megfigyelő rendszerekből* nyert II-b szintű adatok központja pedig Svédország (Norrköping).

A teljes FGGE-adatállományok végleges tárolása egy-egy identikus példányban két *adat-világközpontban* (WDC) történik majd: az Egyesült Államokban (WDC-A) és a Szovjetunióban (WDC-B).

2. Az FGGE időbeli ütemezése

A globális kísérlet *megfigyelési fázisa* a következő időrendi ütemezésben kerül végrehajtásra:

a) Az *előkészítő év* 1977. december 1-én kezdődött és tizenkét hónapon keresztül tart.



1. ábra: Az FGGE időbeli ütemezése

Ennek során történik meg az új műholdak, a kommunikációs és adatfeldolgozó rendszerek operatív munkába állítása, valamint a speciális megfigyelő rendszerek tesztelése.

b) Az *adatgyűjtési periódus* kezdete 1978. január 1. Ennek során gyűjtik a WWW teljes megfigyelési anyagát, továbbá mindazoknak a műholdaknak az adatait, amelyek már operatív jelleggel üzemelnek. Az adatokat kommunikálják és analizálják, hogy lehetővé váljék az adatátviteli és adatfeldolgozó rendszerek illeszkedési próbája.

c) Az *operatív év* kezdete 1978. december 1. Ekkor lép teljes munkába az FGGE alap megfigyelő rendszere és adatfeldolgozó rendszere. Az időszak elsődleges adatforrása az alap megfigyelő rendszer, valamint a már rendelkezésre álló kutató műholdak. Ez a periódus akkor tekinthető teljesnek, ha legalább 12 egymást követő hónapban sikerült az intenzív globális adatfedettséget biztosítani.

d) A két *speciális megfigyelési periódus* (SOP) az a két-két hónapos időszak, amikor az egyenlítői trópikusok és a déli hemiszféra speciális megfigyelő rendszerei operatív munkába állnak. A regionális kísérletek végrehajtására szintén e két perióduson belül kerül sor.

– *SOP – I*: 1979. január 5. – március 5. Ez az időszak az északi hemiszféra nyugati szélzónájának maximális intenzitásával esik egybe, s jó eséllyel tanulmányozható lesz annak blocking-helyezetté történő leépülése. Ebben a periódusban kerül sor a téli monszun elemzésére is.

– *SOP – II*: 1979. május 1. – június 30. Ez a periódus az északi hemiszféra nyarának nagytérségű monszun-folyamatai tanulmányozása érdekében került kijelölésre.

e) A két *intenzív megfigyelési periódus* a SOP – I és a SOP – II középső harminc napja: az első időszaka 1979. január 15. – február 13., a másodiké 1979. május 10. – június 8. Kijelölésükre azért volt szükség, mert lehetetlen az összes speciális megfigyelő rendszert (hajókat, repülőgépeket) a SOP-ok teljes időszaka alatt folyamatosan maximális kapacitással üzemeltetni. A speciális megfigyelő rendszerek operációs koncepciója olyan, hogy a mérések csúcs-effektivitása erre a két periódusra essék.

Az időbeli ütemezés grafikonját az *1. ábra* mutatja be.

A globális kísérlet megfigyelési fázisát egy *adatfeldolgozási periódus* és egy kiterjedt *kutatási fázis* követi. A cél az, hogy az FGGE fő tudományos eredményei még 1984 előtt megszülessenek.

3. Az FGGE összetett megfigyelő rendszerének elemei

A globális kísérlet tervezése során nyilvánvalóvá vált, hogy nem létezik egyetlen olyan megfigyelő rendszer sem, amely *egymagában* képes lenne az FGGE célkitűzéseit kielégítő megfigyeléseket szolgáltatni. Ezért egy ún. *összetett* megfigyelő rendszert terveztek meg, amely számos különböző típusú egyedi megfigyelő rendszerből áll. Ez az összetett rendszer az állandóan bővülő operatív Időjárási Világszolgálaton (*World Weather Watch* – WWW) alapszik, de speciálisan telepített megfigyelő rendszerekkel igyekszik betölteni a WWW fedettségében mindazokat a hiányokat, amelyek az FGGE idején még meglesznek.

Az FGGE összetett megfigyelő rendszerét ezért a következő elemek alkotják:

a) Az *alap megfigyelő rendszer*, amely az FGGE egész időszaka folyamán tíze mel. Ez a rendszer az alábbi komponensekből áll:

- a *WWW felszíni megfigyelő rendszer*, amely szolgáltatja a földfelszíni és magaslégtérbeli megfigyeléseket (elsősorban a szárazföldek fölött), a hajókon végzett észleléseket az óceánokról, valamint a kereskedelmi repülőgépekről származó megfigyeléseket;
- *geostacionárius műholdak*, amelyek megfigyelik a felhők mozgását, amiből a trópusi területek és az alacsonyabb földrajzi szélességek kedvező területein a széladatok levezethetők;
- *poláris pályán keringő műholdak*, amelyek infravörös és mikrohullámú berendezésekkel vannak felszerelve, hogy érzékeljék a légkör vertikális hőmérsékleti profiljait és a tengerfelszín hőmérsékletét.

b) *Speciális megfigyelő rendszerek*, amelyek kiegészítik az alap megfigyelő rendszer hiányait. Magas költségeik miatt ezeknek a rendszereknek a többsége csak az FGGE két speciális megfigyelési periódusa folyamán fog üzemelni. Speciális megfigyelő rendszert képez

- a *WWW időszakos kiegészítő szárazföldi állomások hálózata*, amelyet egy sor állam hoz létre, hogy javítsa a térség meglévő ritka magaslégtérbeli állomáshálózatának a felbontóképességét;

- a trópusi magassági szélmérő rendszerek csoportja, amely az egyenlítői trópusi övben megkövetelt részletes széladatokat szolgáltatja – ezek közé tartozik
- a trópusi szélmegfigyelő hajók hálózata: a tervek szerint a trópusi óceánokon a magassági szél mérésére felszerelt hajókat fognak telepíteni;
- a repülőgépes szélmérő dropszonda rendszer, amelyet az ejtőernyővel felszerelt szondák indítására alkalmas repülőgépek flottája alkot az óceánok fölött; és
- a trópusi aerosztát program, amelynek keretében konstans szinten úszó ballonok segítségével járulékos szél-információt fognak gyűjteni a repülőgépek maximális operatív repülési magassága fölötti rétegekből; végül speciális megfigyelő rendszer
- a déli hemiszféra sodródó bója rendszere, amely tengerszín-hőmérséklet és tengerszínti nyomás adatokat fog szolgáltatni a déli óceánok hatalmas kiterjedésű vízfelületeiről.
- c) Járulékos rendszerek, amelyek segítik a megfigyelési program végrehajtását Ilyenek.
 - a kutató műholdak, mint például az Egyesült Államok SEASAT és Nimbus-G programja, amely egész sor különböző típusú adatot fog szolgáltatni;
 - a repülőgépes integrált adat rendszer, amely speciális berendezést alkalmaz az inerciális navigációs műszerrel felszerelt kereskedelmi repülőgépeken mért meteorológiai adatok visszanyerésére;
 - számos kutató program, amelyet ugyan közvetlenül nem az FGGE számára terveztek, de amelyek jelentős mértékben hozzájárulnak majd a globális adatbázis teljességéhez. E kutatási tevékenység sorába tartozik például annak a speciális Navaid-szondázó rendszernek a kifejlesztése, amelyről részletesen a 3.2.2. fejezetben lesz szó.

Az összetett megfigyelő rendszer különböző elemei által biztosított területi fedettségéről a 2. ábra és az 1. táblázat ad képet.

Az FGGE számára kidolgozott összetett megfigyelő rendszer kvalitásának értékeléséhez világosan kell látnunk, hogy a rendszer a kívánatos és a ténylegesen megvalósítható tervek közötti kompromisszum jegyében született meg. A tervező munkát számos körülmény és tényező befolyásolta; ezek között a legfontosabbak a következők voltak:

- egy ideális rendszerre vonatkozó specifikációk;
- a rendelkezésre álló megfigyelési platformok és eljárások jellemzői;
- a rendelkezésre álló fizikai és pénzügyi források;
- a javasolt megfigyelő rendszert a GARP numerikus experimentációs alprogramja keretében szimuláló numerikus kísérletek eredményei.

POLÁRIS MŰHOLDAK	POLÁRIS MŰHOLDAK HAJÓKRÓL VÉGZETT SZÉLMÉRÉSEK	POLÁRIS MŰHOLDAK
tropopauza	AEROSZTÁTOK	tropopauza
KERESKEDELMI REPÜLŐGÉPEK	AEROSZTÁTOK HAJÓKRÓL VÉGZETT SZÉLMÉRÉSEK	KERESKEDELMI REPÜLŐGÉPEK
GEOSTACIONÁRIUS MŰHOLDAK	REPÜLŐGÉPES DROPSZONDÁK	GEOSTACIONÁRIUS MŰHOLDAK
POLÁRIS MŰHOLDAK	GEOSTACIONÁRIUS MŰHOLDAK KERESKEDELMI REPÜLŐGÉPEK POLÁRIS MŰHOLDAK	POLÁRIS MŰHOLDAK
GEOSTACIONÁRIUS MŰHOLDAK	GEOSTACIONÁRIUS MŰHOLDAK	GEOSTACIONÁRIUS MŰHOLDAK SODRÓDÓ BÓJÁK
északi hemiszféra	egyenlítői trópusok	déli hemiszféra

2. ábra: Az FGGE összetett megfigyelő rendszerének különböző elemei által biztosított területi fedettség (az ábrán a WWW felszíni megfigyelő rendszere nincs feltüntetve)

Kétségtelen, hogy ha a végrehajtás során lehetőség nyílik a rendszer tökéletesítésére, akkor az az FGGE értékét csak növelni fogja. Ezzel szemben az esetleges további kompromisszumok megkérdőjelezik vagy csorbítják a globális kísérlet remélt hasznát. Mindazonáltal az ebben a fejezetben részletes leírásra kerülő összetett megfigyelő rendszerről joggal tételezhetjük fel, hogy az alkalmas lesz annak a globális adatbázisnak az összegyűjtésére, amely majd biztos alapul szolgál az időjárás előrejelzésének és az éghajlat értékelésének produktív kutatásához.

3.1. Az alap megfigyelő rendszer

Az FGGE alap megfigyelő rendszere azokból az elemekből épül fel, amelyek az egész kísérleti periódus során hozzá tudnak járulni a globális adatbázis kialakításához. E rendszeren belül a WWW felszíni megfigyelő rendszere, valamint a geostacionárius és a poláris pályán keringő műholdak a megfigyeléseknek olyan globális fedettségét fogja biztosítani, ami lényegesen jobb, mint amit az FGGE időszak előtti operatív jellegű megfigyelő rendszer ad. Az alap megfigyelő rendszerből származó megfigyelések minősége azonban nagymértékben ingadozó lesz. A trópusi óceánok és a déli hemiszféra *in situ* megfigyeléseinek ritkasága például jelentősen csökkenteni fogja a műholdas adatokból levezetett analízisek pontosságát. Mindazonáltal a magából az alap megfigyelő rendszerből származó adatok is már számos kutatási feladathoz adnak majd hasznos támpontot.

3.1.1. A WWW felszíni megfigyelő rendszer

Az FGGE összetett megfigyelő rendszerének bázisát a WWW operatív globális megfigyelő rendszere (GOS) képezi. A GOS felszíni alrendszere a talaj megfigyelő állomások és a magaslégköri megfigyelő állomások regionális szinoptikus alaphálózataiból, továbbá

I. TÁBLÁZAT

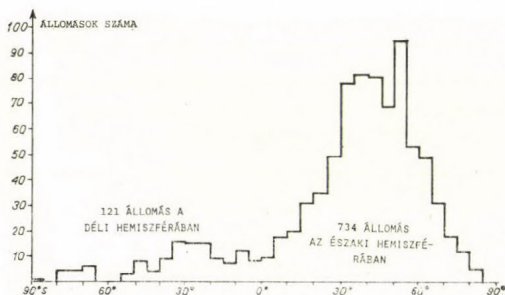
Az FGGE összetett megfigyelő rendszerének különböző elemei által szolgáltatott adatok

	ÉSZAKI HEMISZFÉRIA			EGYENLÍTŐI TRÓPUSOK			DÉLI HEMISZFÉRIA		
	kont.	tenger	szabad légkör	kont.	tenger	szabad légkör	kont.	tenger	szabad légkör
	<i>p T</i>	<i>p T</i>	<i>p T V f</i>	<i>p T</i>	<i>p T</i>	<i>p T V f</i>	<i>p T</i>	<i>p T</i>	<i>p T V f</i>
ALAP MEGFIGYELŐ RENDSZER									
WWW felszíni megfigyelések	X X	X X	XXXX	X X	X X	XXXX	X X	X X	XXXX
geostacionárius műholdak			X			X			X
poláris műholdak		X	X X		X	X X		X	X X
SPECIÁLIS MEGFIGYELŐ RENDSZEREK									
WWW kiegészítő állomások				X X		XXXX			
trópusi szélmérő hajók					X X	XXXX			
repülőgépes dropszondák						XXXX			
trópusi aerosztátok						XXX			
sodródó bója rendszer							X X		
JÁRULÉKOS RENDSZEREK									
repülőgépes adatrendszer			XXX			XXX			XXX

mozgó hajókon, repülőgépeken, automatikus tengeri állomásokon, s. i. t. végzett megfigyelésekből tevődik össze. Ezt az alrendszer jól definiált hosszútávú tervek szerint fejlesztik, s ezekben a tervekben figyelembe vették az FGGE igényeit. A globális kísérlet folyamán néhány időszakos kiegészítésre is sor kerül.

A rendszer jellemzése. A WWW felszíni megfigyelő rendszerének magaslégköri állomáshálózatából nyert észlelések, amint az a 3. ábrán is látható, elsősorban az északi félteke mérsékelt földrajzi szélességeire koncentrálnak. A megfigyelő rendszer főbb komponensei a következők:

Talajszinti megfigyeléseket végző szinoptikus állomások száma:	9217
Magaslégköri megfigyeléseket végző szinoptikus állomások száma:	835
Állandó pozíciójú óceáni időjárás megfigyelő hajók száma:	7
Önkéntes talajszinti megfigyeléseket végző hajók száma:	7370
Magaslégköri megfigyeléseket végző mozgó hajók száma:	55
Repülőgépes meteorológiai jelentések átlagos száma naponta:	1600



3. ábra: A WWW felszíni megfigyelő rendszerének keretében jól működő rádiószondázó állomások átlagos száma (1968–1973) öt fokos földrajzi szélességi övezetenként (a NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory által gyűjtött adatok alapján)

A repülőgép-műhold adatközlési (ASDAR) rendszer. Az elmúlt évek során a NASA Lewis Research Center (Cleveland, Ohio, USA) egy olyan rendszer prototípusát fejlesztette ki, amely kis költséggel lehetővé teszi a repülőgépes meteorológiai megfigyelések teljesen automatizált gyűjtését. Ez a rendszer az FGGE idejére rendelkezésre álló geostacionárius műholdak, hálózatára épül és az *Aircraft to Satellite Data Relay* (ASDAR) nevet viseli.

Az ASDAR-rendszer jó felbontásban (óránként nyolc jelentés, azaz tipikus repülési sebességgel számolva kb. 125 km-es intervallumonként) magas minőségű adatokat biztosít, amelyek automatikusan kerülnek a repülőgépről kisugárzásra; a jeleket egy geostacionárius műhold veszi, s ilyenformán lehetőség nyílik az információk real-time forgalmazására és feldolgozására. Az adatokkal kellően ellátott és az adatszegény területekről így egyaránt beszerezhető mérések nem csak az FGGE számára szolgálhatnak további megfigyelésekkel, hanem hasznos támpontot adhatnak a műholdas hőmérséklet mérések és a műholdas felhőfelvétel sorozatából levezetett széladatok kalibrálásához is.

A WMO hozzájárulásával és támogatásával két olyan programot dolgoztak ki, amely az ASDAR-rendszer használatára irányul. Az első program egy *nemzetközi prototípus-teszt*, amely 1977 márciusában kezdődött és 1978 augusztusáig tart. Ennek keretében több, a NASA Lewis Research Center-ben összeszerelt ASDAR-egység prototípusnak a nemzetközi légi járatokon való kipróbálására kerül sor; ezeket a rendszereket az Egyesült Államok kormánya bocsátja rendelkezésre. A program előkészítése érdekében 1976-ban két WMO ASDAR-missziót szerveztek, amelyek során a szakértők Ausztráliában, Franciaországban, az NSZK-ban, Hollandiában, New-Zealand-ban, Singaporem-ban, Svédországban és Svájcban tettek látogatást. A tárgyalások eredményeként a programban a prototípus-modelleket két-két Pan American és Qantas gépen, továbbá egy-egy KLM, Swissair és SAS gépen próbálják ki.

A második program – egy *nemzetközi teszt és értékelési program* – végrehajtása a tervek szerint egybe fog esni az FGGE operatív évével. Ebbe a programba a különböző államok úgy kapcsolódhatnak be, hogy beszerzik az ASDAR-rendszer egyik szériaváltozatát, vagy kifejlesztik saját rendszerüket. Vásárlás esetén az ASDAR-csomag, az antenna, a kábelek és a teljes szerelési készlet ára 15 000 – 25 000 US-dollár.

Kommunikáció és adatkezelés. Összhangban a WWW-tervekkel, az Időjárás Világszolgálat *globális adatfeldolgozó rendszerén* (GDPS) belül jelenleg három meteorológiai világközpont (WMC) és huszonhárom regionális meteorológiai központ (RMC) működik.

A WMC-k és az RMC-k közötti adatforgalmat a WWW *globális távközlési rendszere*

(GTS) bonyolítja le, amely egy fő trunk-vonalból, továbbá regionális és nemzeti telekommunikációs hálózatokból áll.

Az FGGE során a WMC-k állítják elő real time-ban a megfigyelések *operatív adatait* (II-a szint), valamint az ezekből származó *operatív analíziseket* (III-a szint). Azokat az adatokat, amelyeket valamilyen oknál fogva nem lehet begyűjteni real-time-ban (azaz a GTS ún. korlátozott operatív ciklusán belül), a nemzeti meteorológiai központok telexen vagy postai úton az FGGE illetékes körzeti alközpontjába küldik; a négy körzeti alközpontból azután ezeket az adatokat a moszkvai adatközpontba továbbítják.

Fejlesztési tervek. A WWW felszíni megfigyelő rendszere további fejlesztésének észlelt terveit az 1976–1979. periódusra vonatkozóan a WMO VII. Kongresszusa (Genf, 1975) fogadta el. A következőkben mi csak azokat a fejlesztéseket említjük, amelyek a FGGE szempontjából különösen fontosak. Ezek közé tartozik mindenekelőtt egy sor új állomás telepítése, valamint számos meglévő állomás megfigyelési programjának a bővítése.

A WWW működésének a monitoringja nem csak az FGGE, hanem a rendszer hosszútávú fejlesztése szempontjából is igen fontos.

A monitoring-séma *real-time* funkcióit az összes WWW-központ el fogja látni, mindazokra a megfigyelésekre vonatkozóan, amelyeket az előírások szerint meg kell kapnia. Ha a begyűjtésben hiányosságok lépnének fel, a központ a GTS-en keresztül speciális üzenetet küld a szomszédos központoknak, hogy a telekommunikációs problémák izolálhatók legyenek. Az előírt megfigyelések korrekciójáért és továbbításáért a felelősséget végső soron a nemzeti megfigyelő, adatgyűjtő és adatkiszugárzó rendszerek viselik.

A monitoring-séma *non-real-time* funkcióit a nemzeti meteorológiai központok és a meteorológiai világközpontok fogják ellátni; ezek a központok statisztikai összesítőket fognak készíteni a WWW különböző komponenseinek a működéséről. Ezeknek az összesítéseknek egy részét háromhavonta a WMO-Titkársághoz juttatják el, ahol elemzik azt, s azonosítják az esetleges hiányosságokat. A monitoring által feltárt hibák orvoslását a Főtitkár koordinálja.

Az FGGE végső produktumai azok a teljes adathalmazok lesznek, amelyek a II-b szintű adatok előállításával keletkeznek. Nyilvánvaló, hogy ezeknek az adategyütteseknek a jó minőségét pusztán a GTS-en keresztül történő real-time adatforgalom monitoringjával nem lehet garantálni. Ezért a regionális FGGE területi alközpontok szintén ellátnak majd bizonyos járulékos monitoring-feladatokat. Ez a monitoring elsősorban a kulcsfontosságú állomásokra irányul majd, továbbá az azokon a területeken elhelyezkedő állomásokra terjed ki, amelyekről az operatív adatgyűjtés tudottan nem kielégítő. Ennek a járulékos monitoringnak a célja az, hogy azonosítsa azokat a jelentéseket, amelyeket a végső II-b szintű adatállomány teljessége érdekében a késleltetett gyűjtések során kell beszerezni.

3.1.2. Geostacionárius műholdak

Az FGGE során a WWW globális megfigyelő rendszerének úrbázisú alrendszere keretében öt geostacionárius műhold fog működni nagyjából homogén eloszlásban az egyenlítő körül, 36 000 km magasságban. Ezekről a műholdakról a II. táblázat ad összefoglalást; az általuk biztosított területi fedettséget a 4. ábra mutatja be.

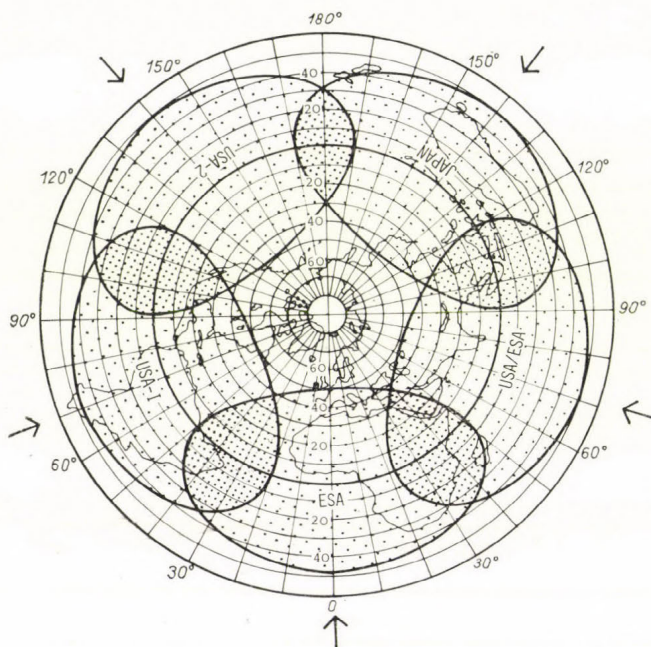
II. TÁBLÁZAT

Az FGGE során működő geostacionárius műholdak áttekintése

Operátor	Műhold	Talppont	Fellövés időpontja
USA	GOES—II	75 °W	1977 június
USA	SMS—II	135 °W	1975 február
ESA	METEOSAT—I	0°	1977 november
Japán	Himawari (GMS)	140 °E	1977 július
Szovjetunió	GOMS	70 °E	az FGGE operatív éve után
USA/ESA	GOES	~ 70 °E	az FGGE operatív évére

1977 októberében a Szovjetunió tájékoztatta a WMO Titkárságát, hogy az 1978 végén az egyenlítő 70° E pontja fölé tervezett GOMS elnevezésű műhold az FGGE során nem kerül pályára. Ennek a műholdnak a pótlása érdekében a jelenlegi elképzelések szerint az USA és az ESA (*European Space Agency*: európai űrutasítási hivatal) együttműködésével egy GOES-típusú műholdat fognak üzemeltetni.

A geostacionárius műholdak által szolgáltatott megfigyelések. A geostacionárius műholdak a légkört az elektromágneses spektrum látható és infravörös tartományában több csatornán keresztül figyelik. Az így nyert adatok számos meteorológiai paraméter meghatározására használhatók fel.



4. ábra: A geostacionárius műholdaknak a műhold-talpponttól 50°-os maximális szögtávolsággal szerkesztett hasznos látómezeje; a feltételezések szerint a magassági szél e tartományokon belül elfogadható pontossággal vezethető le

Szél. A műhold fedélzetén elhelyezett speciális sugázmérők (ún. *scanning radiometers*) a látható és az infravörös tartományban mérik a sugárzás intenzitását a látókörbe eső egész földkorong fölött. Miután ezek az adatok a földi központba kerültek, ott normál és infravörös képekké alakítják őket. A kb. 30 perces időközönként rendelkezésre álló képsorozatok alapján megállapítják az alacsony, középmagas és magas felhők elmozdulását, ezekből pedig szélvektorokat számítanak. Ilyen típusú széladatokat természetesen csak azokból a körzetekből állnak majd rendelkezésre, ahol megfelelő a felhőzet – tehát főként az alacsony földrajzi szélességekről.

A műholdas képanyagból a széladatokat leszarmaztatása manuális és automatikus eljárások keverékével történik. Az FGGE során a széladatokat előállítására – a felhőzeti viszonyoktól függően – naponta 2–4 alkalommal, 2–3 szintre vonatkozóan kerül majd sor. A nyert adatok pontossága az előzetes becslések szerint az alacsonyszintű szelekre 3 m/sec, a magasszintű szelekre pedig 6 m/sec.

Egyéb paraméterek. A geostacionárius műholdak infravörös sugárzás adatai felhasználhatók a tengerfelszín hőmérsékletének, a felhőfedettségnek, a felhőtető hőmérsékletének, a sugárzási egyensúlynak, s. i. t. a meghatározására is. Ezeket a paramétereket a poláris pályán keringő műholdak infravörös sugárzás méréseiből szintén előállítják majd.

Kommunikáció és adatkezelés. A műholdas adatokat a földi vevőállomások gyűjtik, majd onnan az adatok a speciális adatfeldolgozó központokba kerülnek, ahol előállítják belőlük a II. szintű meteorológiai paramétereket. Ezek a paraméterek operatív adatokként a GTS-en keresztül kerülnek forgalmazásra, késleltetett módban pedig a Norrköping-i adatközpontba jutnak.

A geostacionárius műholdak berendezései adatgyűjtést is végeznek majd a különböző megfigyelő fedélzetekről, s mint ilyenek, részét képezik a nemzetközi adatgyűjtő rendszernek. A műholdon hat nemzetközi csatorna áll rendelkezésre ahhoz, hogy a meteorológiai érzékelőkkel és adókkal felszerelt fedélzetekről származó adatokat közvetítse. E csatornák közül egy az ASDAR-rendszert fogja kiszolgálni, két csatornát pedig a *mozgó hajó programnak* és a *távoli szárazföldi állomás programnak* szentelnek.

3.1.3. Poláris pályán keringő műholdak

A kvázipoláris pályán keringő meteorológiai mesterséges holdak az elmúlt évtized során a globális megfigyelés kitűnő berendezéseinek bizonyultak. A látható és az infravörös színek tartományban végzett felvételek alapján meghatározható a felhőfedettség, valamint a hó és a jég eloszlása. Az elektromágneses spektrum infravörös és mikrohullámú tartományában végzett sugárzásmérések felhasználhatók a hőmérséklet és a vízgőztartalom vertikális profiljának a kiszámítására, továbbá az óceánok fölötti csapadék és a talajnedvesség mértékének a becsülésére. Ezekon felül ezek a műholdak felhasználhatók a más megfigyelő fedélzetekről (bójákról, ballonokról, automatikus időjárás állomásokról) származó adatok összegyűjtésére is.

A WWW globális megfigyelő rendszerének űrbázisú alrendszere keretében az FGGE operatív éve során két ilyen műhold-rendszer fog üzemelni: a *TIROS-N rendszer*, amelyet az USA tervez az Egyesült Királyság és Franciaország bevonásával, valamint a *METEOR-rendszer*, amelyet a Szovjetunió épít ki.

(A) A TIROS-N rendszer

A műhold által szolgáltatott megfigyelések. Egy operatív vertikális szondázó berendezés méri az emittált sugárzást a spektrum infravörös és mikrohullámú tartományainak egy egész sor csatornáján. Ennek a berendezésnek a fő egységét az Egyesült Királyság szállítja. Az adatok feldolgozásának eredményeként a vertikális hőmérsékleti profil adódik a talajszinttől a kb. 1 mb-os szintig, 1–1,5 fokos pontossággal és mintegy 250 km-es horizontális felbontásban. Az adatokból levezethető a levegő vízgőztartalma a troposzféra három szintjére, a tengerfelszín hőmérséklete és a talaj nedvességtartalma is.

Egy továbbfejlesztett, igen nagy felbontású radiométer a földfelszín a látható és az infravörös tartományban négy csatornán pásztázva nappali és éjszakai képsorozatokat szolgáltat a szárazföld, a víz, a hó, a jég, a felhők és a tengerfelszín hőmérsékletének az eloszlásáról.

Az *Argos* elnevezésű adatgyűjtő és platform-lokalizáló rendszer, amelyet Franciaország szállít, veszi a különböző fedélzetekről (ballonok, bóják, s. i. t.) kisugárzott adatokat, pontosan meghatározza pozíciójukat, s tárolja az információkat mindaddig, amíg a műhold az egyik földi állomás vételi körzetébe nem kerül.

Az operációk koncepciója. A TIROS-N rendszeren belül két műholdat fognak fellőni kvázi-poláris napszinkron pályára, kb. 720 km magasságba; a műholdak a pálya felszálló ágában 0830 és 1530 LST órákor keresztezik az egyenlítőt. Az első műhold fellövését 1978 augusztusában tervezik, a második fellövésére négy-öt hónappal később kerül sor. Szükség esetén – a folytonos fedettség biztosítása érdekében – egy további műholdat is indítani fognak.

Kommunikáció és adatkezelés. A TIROS-N rendszer adatait a műholdakról a földi lekérdező állomások gyűjtik, majd feldolgozásra a NESS-be (*National Environmental Satellite Service*: az amerikai meteorológiai szolgálat [NOAA] műhold-központja, Suitland, Maryland, USA) továbbítják. Az *Argos-rendszerrel* nyert információk feldolgozására Franciaországban kerül sor. A leszármaztatott meteorológiai adatok (II. szint) ezután a washingtoni világközpontba kerülnek, ahol azokat beiktatják a II-a szintű és a III-a szintű adategyüttesbe, s gondoskodnak a GTS-en keresztül történő továbbításukról. A NESS ezen kívül mágnesszalagos adatállományokat is generál, amelyeket azután postai úton juttat el a Norrköping-i adatközpontba.

(B) A METEOR-rendszer

A műhold által szolgáltatott megfigyelések. 1978–1979-ben a Szovjetunió kialakítja a tökéletesített METEOR-rendszert, s az azt képező mesterséges holdakat az alábbi berendezésekkel látja el:

- letapogató televíziós berendezés real-time jellegű (ATP) alkalmazásra;
- letapogató televíziós berendezés a műhold egy körülfordulása során gyűjtött képanyag fedélzeti tárolására alkalmas egységgel;
- információs letapogató, orbitális memóriával – ennek az adatai real-time-ban is továbbításra kerülnek;
- a 10,5 – 18 mikrométeres infravörös tartományban működő többcsatornás spektrométer;
- aktinométer a teljes napsugárzás mérésére;
- esetleg egy háromcsatornás mikrohullámú műszer.

Az operációk koncepciója. A METEOR-rendszert egyidejűleg két vagy három műhold alkotja, amelyeknek az egyedi operatív életideje minimálisan hat hónap. A műholdak kb. 1000 km magasságban körpályán keringenek; inklinációjuk 81 fok.

Kommunikáció és adatkezelés. A METEOR-holdak adatainak vételét és feldolgozását részben a moszkvai környezet- és nemzeti erőforrás kutatási tudományos központ, részben a novoszibirszki és habarovszki regionális meteorológiai központ végzi.

3.2. Speciális megfigyelő rendszerek

Az FGGE alap megfigyelő rendszere ugyan globális adatfedettséget biztosít, bizonyos tartományokban azonban nem képes kielégítő adatellátást nyújtani. Amíg az északi féltéke közepes és magas földrajzi szélességein a megfigyelések tökéletesek, a trópikus és a déli hemiszféra nagy területéről csak távmérések állnak rendelkezésre. A vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy az egyenlítő térségében igen lényegesek a tényleges szélérések, továbbá, hogy a többi földrajzi szélességeken is szükség van bizonyos minimális számú *in situ* megfigyelésre ahhoz, hogy a távmérésekből leszarmaztatott meteorológiai adatok kielégítő pontosságát biztosítani lehessen. Ezért az FGGE operatív évében (s azon belül elsősorban a két speciális megfigyelési periódusban) egy sor speciális megfigyelő rendszer is működni fog; a következőkben ezeket tekintjük át.

3.2.1. Trópusi szélmegfigyelő hajók (TWOS)

Az egyenlítői övben a vertikális szélprofil részletesen mérő sűrű állomáshálózatra van szükség ahhoz, hogy a légkör állapota megfelelően specifikálható legyen. A közepes és a magas földrajzi szélességeken, mint ismeretes, szoros kapcsolat áll fenn a tömeg mezeje és az áramlási mező között, tehát a nyomásképből a szélvektorok jó közelítéssel előállíthatók. Ez a kapcsolat azonban az alacsonyabb földrajzi szélességek felé haladva egyre gyengül, s az egyenlítői tartományban analitikus és előrejelzési célokra lényegében használhatatlanná válik. Így a trópikusokon a közvetlenül mért széladatok megkülönböztetett jelentőséghez jutnak.

Mivel a tervezett operatív WWW nem biztosítja a kellő és teljes adatfedettséget, ezért az FGGE két speciális megfigyelési periódusában a *trópusi magassági szélmérő rendszerek csoportja* fogja szolgáltatni a szükséges kiegészítő adatokat. Ez a csoport a trópusi szélmegfigyelő hajók (*Tropical Wind Observing Ships – TWOS*) hálózatát foglalja magában, amelyeknek a többsége az ún. *FGGE Navaid Sounding System*-mel lesz felszerelve (3.2.2. fejezet); magában foglalja továbbá a *repülőgépes dropszonda rendszert* (3.2.4. fejezet).

A *TWOS által szolgáltatott megfigyelések.* Magaslégköri megfigyeléseket fog végezni minden egyes, a programban résztvevő hajó, naponta kétszer vagy többször, a nyílt tengeren tartózkodás egész időszakában. A hajók várható elrendeződését a következő fejezetben írjuk le. A hajókon két típusú magaslégköri szondázó berendezést fognak alkalmazni: *konvencionális rádiószondákat*, amelyeket stabil fedélzeti radarral vagy rádiógoniométerrel követnek, valamint az ún. *NAVAID-rádiószondákat* (3.2.2. fejezet), amelyeknek a vevő- és regisztráló egységei a hajón vannak elhelyezve, s amelyek olyan adatokat szolgáltatnak, amikből az OMEGA vagy más igen kis frekvenciájú globális rádió navigációs hálózatok (NAVAID) segítségével a szél iránya és sebessége meghatározható. Mindkét típusú berendezés lehetővé teszi a szél, a hőmérséklet, a légnedvesség és a geopotenciál vertikális profiljának az előállítását. A radarral vagy a rádiógoniométerrel nyert széladatok tipikus pontossága a becslések szerint 2 – 3 m/sec, s a NAVAIID-rendszerek segítségével nyert széladatok pontossága is eléri ezt a szintet, kivéve a trópusi övnek az egyenlítőtől délre eső 90° E – 130° E közötti tartományát.

Az operációk koncepciója. A magaslégköri megfigyelések elvégzésének célját szolgáló hajózási tevékenység megtervezésénél egész sor tényezőre kell figyelemmel lenni, mint pl.

- a hajók másirányú küldetései (például oceanográfiai kutatások),
- a szóbanforgó hajó fizikai adottságai,
- egyéb tápanyag-megszorítások,
- a rendelkezésre álló magaslégköri szondázó berendezés típusa,
- a sztratoszférikus megfigyelésekre vonatkozó követelmények,
- az egyéb megfigyelések (pl. WWW-állomás, repülőgép) eloszlása.

Mivel a hajók manőverezési korlátai (például a nyílt tengeren maradás lehetséges hossza) igen eltérőek, az aktívan tevékenykedő hajók száma a két SOP folyamán az idővel változni fog. Ezért a hajók felállítását úgy tervezték meg, hogy a maximális megfigyelési sűrűség mindkét SOP során a középső harminc napra essen. Ez annyit jelent, hogy az összes hajó a SOP harmadik hetének az elején kezd meg, a nyílt vízen a lehető leghosszabb ideig marad, s az észleléseket minimális kikötőben tartózkodási időszakokkal folytatja.

Kommunikáció és adatkezelés. A TWOS-hálózatban real-time és késleltetett adattovábbítást egyaránt alkalmazni fognak. Azok a hajók, amelyek radarral vagy rádiógoniometerrel vannak felszerelve, általában a fedélzeten állítják össze TEMP SHIP és PILOT jelentéseiket, azokat a parti állomásoknak továbbítják, ahol az adatok GTS-forgalmazásra kerülnek. Néhány NAVAID-szondázó hajó szintén rendelkezik fog fedélzeti feldolgozó és adattovábbító berendezéssel. Ezen kívül az összes hajó gondoskodni fog a későbbi II-b szintű adatfeldolgozás érdekében megfigyelési eredményeinek számítógépes adathordozóra viteléről; ezeket az adathordozókat később átadják a megfelelő II-b szintű adatfeldolgozó központoknak. Az egyéb adatok (pl. az oceanográfiai megfigyelések) a nemzeti csatornákon keresztül jutnak el az FGGE két központi adatbankjába (WDC-A és WDC-B).

3.2.2. A trópusi szélmegfigyelő hajók (TWOS) FGGE Navaid szondázó rendszere

Az FGGE-ben és annak két trópusi regionális kísérletében (a MONEX-ben és a WAMEX-ben) részt vevő trópusi szélmegfigyelő hajók (TWOS) többsége nem fog rendelkezni saját magaslégköri szondázó berendezéssel. Ezeket a hajókat azokkal a speciális magaslégköri szondázó egységekkel fogják ellátni, amelyeket a WMO Végrehajtó Bizottsága által létrehozott speciális önkéntes FGGE pénzalap terhére (néhány esetben pedig maguknak a hajót üzemeltető országoknak a finanszírozásával) a WMO szerzett be. Ezeket a speciális mérőegységeket *FGGE Navaid Sounding System*-eknek nevezik; előállítójuk a finn *Väisälä Oy*.

Az *FGGE Navaid Sounding System* ballonnal felbocsátott rádiószondákat alkalmaz, amelyek emelkedésük során veszik és ismét kisugározzák a globális OMEGA rádió-navigációs rendszer (NAVAID) jeleit. A szél iránya és sebessége az emelkedő rádiószondának a rádió-navigációs rendszer segítségével megállapított helyzetváltoztatásából határozható meg; a legnagyobb pontosság akkor érhető el, ha a megfigyelés egy legalább három OMEGA-jelet sugárzó állomás által alkotott nagy háromszögön belül történik. A szonda a konvencionális meteorológiai adatokat ugyancsak méri. A szonda által kisugárzott információkat a felbocsátó hajó fedélzetén elektronikus berendezés segítségével veszik; ezt a berendezést az alábbi két konfiguráció egyikében lehet használni:

i) Az *alaprendszer* a rádiószondáról származó adatok fogadására szolgáló vevő/regisztráló egységből áll. Ez az *A-modulnak* nevezett berendezés légkondicionált szekrényben foglal helyet. A rendszerhez ballontöltő és felbocsátó segédletek, valamint energiaforrást biztosító egységek tartoznak. A konfiguráció a legtöbb hajón könnyen elhelyezhető. A rendszer elektronikája minimális karbantartást igényel. A rendszer kezelésére a személyzet két hét alatt kiképezhető.

ii) A *komplett rendszerhez* az A-modulon kívül egy processzor (*B-modul*) is tartozik. A processzor a nyers adatokból real-time üzemmódban TEMP-táviratokat állít össze. Ez a rendszer már jól képzett operátorokat és megfelelő környezetet (stabil energiaforrást, légkondicionált helyiséget, s. i. t.) igényel.

Az FGGE fő rendszere az alaprendszer lesz; ezt később mini-komputer illesztésével ki lehet egészíteni olyan teljes operatív rendszerre, amely real-time adattovábbító egységgel is rendelkezik, s szárazföldön vagy hajófedélzeten működő aerológiai állomásnak egyaránt alkalmas.

Az FGGE során a szélmérő hajókon 26 alaprendszer fog működni, továbbá 2 komplett rendszer a MONEX-tartományban.

A rendszer által szolgáltatott megfigyelések. A hőmérséklet, a nyomás, a légnedvesség és a szél vertikális profiljának a mérésére naponta kétszer kerül sor, a tengerszinttől a 70 mb fölötti szintekig.

Az operációk koncepciója. A hajók a megfigyeléseket általában a helyi dél és éjjel körül fogják elvégezni. A nyers adatok kazettás mágnesszalagra kerülnek.

Kommunikáció és adatkezelés. A regisztrált rádiószondás adatokat tartalmazó mágnesszalag-kazettákat a hajónak a kikötőbe történt visszaérkezése után egy speciális adatfeldolgozó központba juttatják el. Ezt a központot a finn meteorológiai intézet 1977. október 1-én hozta létre az FGGE-hez történő nemzeti hozzájárulásként.

Az adatközpont fő feladata, hogy a beérkező, várhatóan 5000-nél több kazettában tárolt I. szintű adatokat standard (9-csatornás, 8000 bpi-s) mágnesszalagokra írt II-b szintű adatokká alakítsa (a többi között az OMEGA-jeleket szeladatokká transzformálja), elvégezze a minőségi ellenőrzést és produktumát a megegyezés szerinti időközönként a svédországi II-b szintű adatközpontba eljuttassa.

Az a két indiai hajó, amely a MONEX-tartományban a komplett rendszerrel lesz felszerelve, TEMP-táviratait rádió útján a GTS-be küldi.

3.2.3. A repülőgépes szélmérő dropszonda rendszer

Egy másik speciális megfigyelő rendszer, amely szintén arra hivatott, hogy legalább az FGGE két speciális megfigyelési periódusában pótolja az egyenlítői trópusi öv óceáni tartományaiban a WWW operatív felszíni és úrbázisú megfigyelő rendszereinek a hiányosságait, a repülőgépes szélmérő dropszonda rendszer. A rendszert az Egyesült Államok biztosítja és üzemelteti, összhangban a trópuson működő többi speciális megfigyelő rendszer tevékenységével.

A rendszer általános leírása. A repülőgépes szélmérő dropszonda rendszer olyan ejtőernyőkkel ellátott műszeresomagokból (dropszondákból) áll, amelyekben a nyomás, a hőmérséklet és a légnedvesség mérésére tervezett szenzorok vannak elhelyezve. A szél meghatározására ennél a rendszernél is a NAVAID rádió navigációs hálózatot használják fel, ezért a műszeresomagba az OMEGA-jelek vételére és újbóli kisugárzására szolgáló berendezést is beépítik. A dropszondák a repülőgépről fedélzeti parancsra meghatározott intervallumonként indulnak; nominális esési sebességük 25 mb/perc, ami átlagosan 5 m/sec-nak felel meg. A repülőgépek a maximális utazótávolság megtartásával konzisztens lehető legnagyobb magasságban repülnek – ez valahol a 200 és a 400 mb-os szint között van.

Miközben a szonda esik, a felfogott OMEGA-jeleket a meteorológiai szenzorok által szolgáltatott jelekkel együtt visszazugározza a repülőgépre. A repülőgép fedélzetén ezek az adatok rögzítődnek, illetve a standard szintek nyomását, hőmérsékletét, légnedvességét és szeladatait tartalmazó TEMP DROP-kóddá processzálódnak. A táviratok kisugárzása a földi állomás számára közel real-time módban történik, s a GTS-ben kerül forgalmazásra. Ezen kívül a repülés után az összes regisztrált információ feldolgozásra kerül: azokat II-b szintű adatokká alakítják. Ugyanilyen eljárás alá esnek a repülési szintben nyert adatok is.

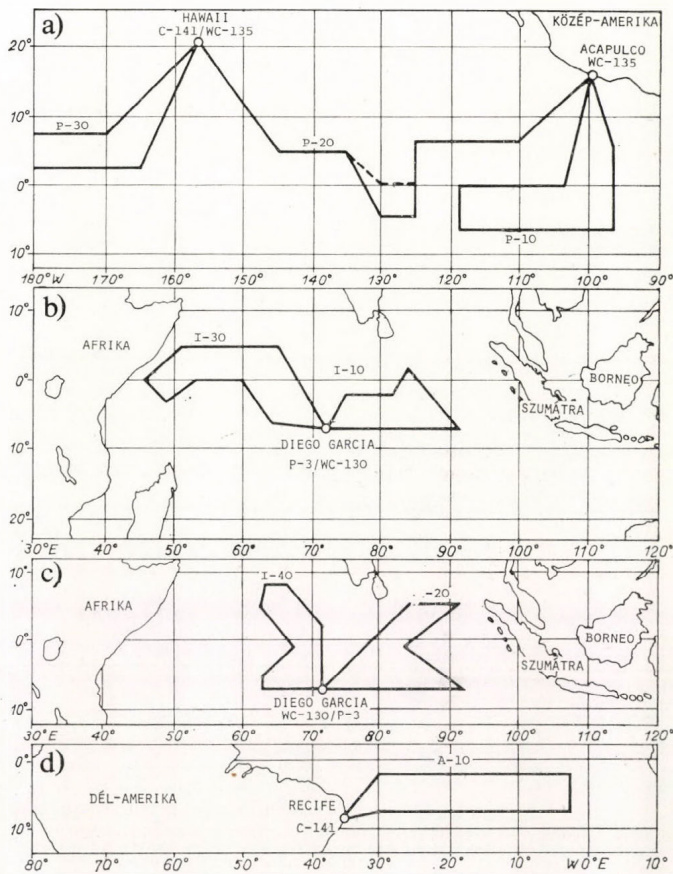
Az FGGE idején a globális OMEGA rádió navigációs hálózat hét állomásból fog állni. Minden állomás, egymást követően, a 13,6 KHz közös frekvencián egy tíz másodpercig tartó jelet sugároz ki. A dropszonda pozíciója a bármelyik két kisugárzó állomásról felfogott OMEGA-jelek fáziseltéréseinek a méréséből számítható ki. A két rádió navigációs állomásról származó jelek közötti adott fáziskülönbség mozgásdiagramja egy parabola alakú ún. pozíció-vonalat ír le. A rádió navigációs állomások két párjáról (egy állomás mindkét párban közös lehet) származó pozíció-vonalak metszéspontja a dropszonda pozícióját, a pozíció időbeli változása pedig természetesen a szonda sebességét határozza meg.

Az OMEGA-jeleket, valamint a szenzorokról jövő meteorológiai paraméter-jeleket a szonda 400–406 MHz közötti frekvenciájú jellel modulálja és a repülőgépre sugározza. A repülőgép kommunikációs rendszerébe három, a szonda-jelek vételére szolgáló vevő van beépítve, amelyek a 400–406 MHz frekvenciájú sáv különböző frekvenciáira vannak hangolva. A berendezés konstrukciója olyan, hogy egyidejűleg három dropszonda jeleinek a vételére is processzálására alkalmas.

A rendszer által szolgáltatott megfigyelések. A dropszonda-rendszer a vertikális szélprofil 50 mb-ral a repülési szint alatt kezdi mérni (e szint fölött az adatok megbízhatatlannak, mivel idő kell ahhoz, hogy a műszeresomag stabilizálódjon és fogja az OMEGA-jeleket), és a tenger szintje fölött 300 m-rel fejezi be. A termodinamikai adatok mérése 500 m-rel a repülési szint alatt kezdődik és a tengerszintig tart.

A dropszonda rendszer által szolgáltatott paraméterek (és azok várható pontossága) a következők: nyomás (± 2 mb), hőmérséklet ($\pm 0,5^\circ$), a levegő nedvességtartalma (a hőmérséklettől függően változó pontossággal) és a szél (általában 1–2 m/sec).

Az operációk koncepciója. Az FGGE két speciális megfigyelési periódusa során naponta egy berepülés végrehajtására kerül majd sor, az 5. ábrán bemutatott útvonalakon. Azok a repülőgépek, amelyek Acapulco (Mexikó), Honolulu (Hawaii) és Recife (Brazília) repülőtérén állomásoznak, átlagosan 11 000 m magasságban fognak repülni, utazótávolságuk körülbelül 8000 km lesz. Az Indiai-óceán Diego Garcia szigetén állomásozó



5. ábra: A dropszondákat indító repülőgépek tervezett útvonala: (a) a Csendes-óceán térségében a SOP-I és a SOP-II során, (b) az Indiai-óceán térségében a SOP-I során, (c) Indiai-óceán térségében a SOP-II során és (d) az Atlanti-óceán térségében a SOP-I és a SOP-II során

repülőgépek tervezett átlagos repülési magassága 9000 m, utazótávolsága pedig 6500 km. A válogatott útvonalak mentén a dropszondák indítása kb. 350 km-es intervallumonként történik.

A dropszonda program a SOP-I során 1979. január 15-én, a SOP-II során pedig május 10-én kezdődik, és mindkét esetben 30 egymást követő napon át tart. Az előre megtervezett útvonalak és alternatív útvonalak kijelölésére a maximális adatfedettség elérésének szem előtt tartásával kerül sor. A berepülések mindig nappal történnek, olyan indulási menetrenddel, hogy a repülőgép a tervezett útvonal feléhez a helyi dél körül érkezen.

Kommunikáció és adatkezelés. A dropszonda, mint már említettük, úgy lett megtervezve, hogy a szonda süllyedése során mért adatokat real-time módban processzálja, s ezzel egyidejűleg kazettás mágnesszalagokra írja. A mágnesszalagos adatok feldolgozására a repülés után, nagyteljesítményű számítógépen kerül sor. A real-time adatokból a repülőgép fedélzetén manuálisan TEMP DROP-kódot állítanak össze, s amikor a gép

egy nagyfrekvenciájú földi állomás körzetébe érkezik, a kódot a GTS számára kisugározzák. A becslések szerint így a megfigyeléseknek mintegy a fele kerül real-time forgalmazásra.

Mindkét speciális megfigyelési periódus után a mágnesszalagokat a dropszondás repülőgépek visszaszállítják az Egyesült Államokba. Az adatok értékelését és II-b szintű paraméterekké alakítását az NCAR (*National Center for Atmospheric Research*, Boulder, Colorado, USA) fogja elvégezni. Ezt követően az anyag a Norrköping-i adatközpontba kerül.

3.2.4. A trópusi aerosztát rendszer (TCLBS)

A trópusi aerosztát rendszer (*Tropical Constant Level Balloon System* – TCLBS) a trópusi magassági szélmérő rendszereknek az a csoportja, amely a repülőgépes szélmérő dropszonda rendszert hivatott kiegészíteni. A dropszonda rendszer ugyan biztosít adatokat a trópusi óceánoknak azokról a területeiről, ahol szigeti állomások nincsenek és speciálisan műszerzett hajók sem működnek, ennél a rendszernél azonban, mint láttuk, eleve korlátozott a mérések felső határa. Ezért a TCLBS elsődleges célja, hogy a felső troposzférából (a 15 km-es szint közeléből) szolgáltatssa azokat a ballon-trajektóriákat, amelyekből következtetni lehet az áramlási mező ottani képére.

A teljes aerosztát rendszer Franciaország és az Egyesült Államok közreműködésével alakul ki.

A rendszer általános leírása. A trópusi aerosztát rendszer három fő részből áll, ezek: a) a ballon platform, b) a TIROS-N Argos adatgyűjtő és platform lokalizáló rendszer és c) a földi adatfeldolgozó rendszer. A ballonok a $0,225 \text{ kg/m}^3$ értékű konstans sűrűségű felületen (a 140 mb-os szintnek megfelelő nominális magasságban) helyeződnek át. Amikor a poláris pályán keringő TIROS-N műhold áthalad a ballon látósugarán, a műhold fedélzetén elhelyezett Argos adatgyűjtő és platform-lokalizáló rendszer veszi azokat a a ballonnal kisugárzott jeleket, amelyek a ballon pozícióját és repülési szintjének hőmérsékletét jelzik. Ezeket az információkat azután a földi telemetrikus állomások egyike lekérdezi, s a CNES-ben (*Centre National d'Études Spatiales*: francia űrkutatási hivatal) azokból, illetve a szekvenciális ballonpozíciókból előállítják a szint hőmérsékleti és áramlási mezejét.

A ballon platform. Az aerosztát-együttes vázlatos rajzát a 6. ábra mutatja be. Maga a ballon egy bilaminált (kétréteges) túlnyomásos, 4,15 m átmérőjű (37,42 m³-es) poliészter-gömb. A ballont a felbocsátás helyén héliummal töltik meg; elengedés után a ballon kb. 90 perc alatt emelkedik fel lebegési magasságának a szintjére. A ballon kétréteges kivitelezése meggátolja azt, hogy a hélium az apró likakon át elszivárogjon: a ballon hat hónapon keresztül is képes lebegési szintjét megőrizni. A ballontra függesztett 80 m hosszú műszer-szerelvény rendre az éjszakai működést szolgáló telepek feltöltését végző nap-elemekből, a szerelvény egységeinek zuhanását fékező ejtőernyőből, egy antennából, egy információs csomagból és a hőmérséklet-érzékelőből áll.

A szerelvény egységei akkor kezdenek zuhanni, ha azokat egy automatikusan működésbe lépő elválasztó rendszer a ballontól elvágtja. Ez a rendszer két esetben kezd működni: 1. ha a platform észak felé átlépi a Föld mágneses mezeje vertikális komponensének azt a fluxus-sűrűség szintjét, amelyet a trópusok északi határaként definiáltak; 2. ha a repülési magasság kisebb lesz 14 000 m-nél (a nyomás 140 mb fölé emelkedik). A platformon két szenzor – egy nyomásmérő és egy magnetométer – érzékeli a környezetet, s határozza meg, hogy mikor kell a ballont elválasztani. Az elválasztás oly módon történik, hogy a kritikus pillanatban egy szerkezet meggyújtja a ballont a műszer-szerelvényvel összekötő nylon-kötelet. A műszer-szerelvény az ejtőernyővel leereszkedik, a ballon pedig felemelkedik és elpukkan.

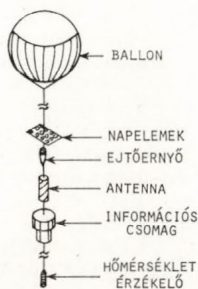
A rendszernek dél felé történő túlzott eltéréseitől nem kell tartani, mivel a déli hemiszférában a repülés adott izopiknikus felületét végülis metszeni fogja a kritikus izobárfelület.

A rendszer veszélytelen a repülőgépes forgalomra. Az előírások 1814 g-nál kisebb súlyú személyzet nélküli szabad ballonok alkalmazását engedik, márpedig a TCLBS egyik egységének a súlya sem haladja meg az 1800 g-ot. Ezen kívül a 15 km-es lebegő-magasság a kereskedelmi jet-gépek hajózó-magassága fölött és a szuperszónikus jet-gépek hajózó-magassága alatt van.

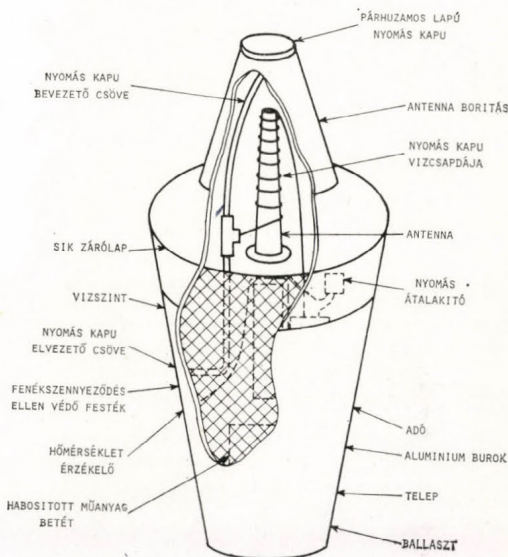
Az Argos adatgyűjtő és platform-lokalizáló rendszer. Ez a rendszer a poláris pályán keringő TIROS-N és a NOAA-A műholdak fedélzetén van elhelyezve. A ballon-platformok ezektől függetlenül sugározzák ki a mért információkat, azaz nem a műhold berendezése kérdez le – ezt más megfogalmazásban úgy szokták mondani, hogy az Argos véletlen hozzáférési – bevédrendszer. Az adatgyűjtő és platform-lokalizáló rendszer veszi a ballon-

platform adójának vivő-frekvencia jeleit, regisztrálja a mérés időpontját és demodulálja a platform identifikációs és szenzor adatait. Ezek az információk a műhold regisztráló egységében rendeződnek és tárolódnak mindaddig, amíg az egyik földi telemetrikus állomás le nem kérdezi azokat. A lekérdezések normál időintervalluma minden műholdra 101 perc.

A földi adatfeldolgozó rendszer. A műholdakon tárolt aerosztát-információt két telemetrikus állomás (Wallops Island, Virginia és Gilmore Creek, Alaszka) kérdezi le. Onnan az adatokat a NESS-be (Suitland, Maryland) sugározzák, ahol az Argos-adatokat szeparálják a távmérés többi komponenseitől, s azokat a CNES-be (Toulouse, Franciaország) továbbítják. Az adatfeldolgozást a CNES végzi: kiszámítja a platform pozícióját, az aerosztát áthelyeződési sebességét és dekódolja a szenzor-adatokat.



6. ábra: FGGE-aerosztát vázlatos rajza



7. ábra: Tipikus FGGE-bója vázlatos rajza

A rendszer által szolgáltatott megfigyelések. A ballon platform a lebegési szinten szélvektorokat és hőmérsékleti adatokat generál. A mért hőmérsékletekből és a tervezett lebegési sűrűségi szint értékéből az állapotegyenlet alapján a lebegési szint nyomásértékei kiszámíthatók. Az elismert mérési pontosság a ballon pozíciójára 5 km, a szélre 1,5 m/sec, a hőmérsékletre (a -40 és a -80 fok közötti intervallumban) $0,7^\circ$, a nyomásra pedig 3 mb.

Ha az Argos-rendszert két műholdon helyezik el, minden egyes ballon-platform 24 óránként négy szél és hőmérséklet mérésre alkalmas.

Az operációk koncepciója. Az FGGE két speciális megfigyelési periódusában végzendő mérésekhez összesen 320 ballon platform áll rendelkezésre. Ezeket a Csendes-óceán polinéziai szigetvilágához tartozó Canton-szigetről ($2^\circ 46' S, 171^\circ 43' W$) és az Atlanti-óceánban a Guineai-öböltől délnyugatra fekvő Ascension-szigetről ($7^\circ 58' S, 14^\circ 24' W$) fogják indítani. A rendelkezésre álló ballon-kontingenst egyenlő arányban osztják el a két indítóállomás és a két speciális megfigyelési periódus között. Ilyenformán az állomások 80–80 aerosztátot fognak indítani mindkét SOP számára a következők szerint. A SOP-ok harminc napos intenzív megfigyelési periódusai előtt néhány nappal az állomások hatórási nominális időintervallumonként kezdik az aerosztátok indítását. Ezt a menetrendet néhány előre nem látható esemény módosíthatja; ilyen például a) a rendszerrel kapcsolatos nagyobb hiba, amely az egész projekt megváltoztatását igényli; b) szignifikáns platform-vesztés amiatt, hogy a ballonok erősen eltérnek valamelyik hemiszféra magas földrajzi szélessége felé.

Az ilyen jellegű problémák csökkenthetik az indítás gyakoriságát. Akárhogy is

alakulnak azonban majd a körülmények, 24 órán belül négynél több aerosztát indítására semmiképpen nem kerül sor.

A korábban végrehajtott aerosztát-kísérletek – például az EOLE (1971–1972) és a TWERLE (1975) – szerint az indítások fentebb vázolt menetrendje általában biztosítani fogja, hogy az aerosztátok egységes és jó megfigyelési fedettséget adjanak a két SOP intenzív megfigyelési periódusában. A becslések szerint mindkét SOP során legalább 100 aerosztát fog hasznosan üzemelni. Mindazonáltal bizonyára lesznek területek, ahol az óceáni felső-troposzférikus teknők konvergenciájának hatására az aerosztátok csoportosulni fognak, s vidékek, ahol viszont a ballonok divergálása miatt a mérések hiányosaknak bizonyulnak.

Kommunikáció és adatkezelés. Real-time adatok. A műholdas lekérdezést és az adatok korlátozott mértékű pre-processzálását a NESS elvégzi, mielőtt a TCLBS-adatokat a CNES-nek kisugározná. A CNES-ben a *Service Argos* az adatokat szél és hőmérséklet adatokká alakítja. Ezeket azután meteorológiai jelentésekékké kódolják és a GTS-en forgalmazzák.

Késletetett adatok. Jelenleg még folynak a tárgyalások arról a javaslatról, hogy a CNES a teljes TCLBS adat-archívumot az NCAR-nak továbbítsa késletetett jellegű feldolgozásra. Az NCAR-ban az adatfeldolgozás teljes minőség-ellenőrzéssel is párosulna, majd az így előálló végleges adatállomány kerülne a Norrköping-i adatközpontba.

3.2.5. A déli hemiszféra sodródó bója rendszere

Az FGGE célkitűzései a meteorológiai adatok ésszerűen egyenletes globális fedettségét követelik meg. Ezt a követelményt különösen a déli hemiszféra hatalmas óceánjainak a területén nehéz kielégíteni, amelynek a nagy részén hajózási útvonalak sem vezetnek keresztül. Ezekről az óceáni vidékekről a legpraktikusabb adatszervezési módszernek két technika kombinációja látszik; a *műholdas megfigyeléseké*, amelyek vertikális profilokat, valamint – az alacsonyabb földrajzi szélességeken – széladatokat szolgáltatnak, és a *bója-állomások hálózatáé*, amely a felszínről légnyomás és vízhőmérséklet megfigyeléseket szolgáltat. Ezek a bójak – amelyek lehetnek sodródóak és rögzítettek egyaránt – adataikat műholdak segítségével továbbíthatják, s így azok időben rendelkezésre állnak az operatív felhasználás céljaira, valamint a későbbi kutatási igények számára történő archiválásra. A bójak kicsiny méretére és egyszerűségére ügyelve lehetővé válik, hogy telepítésüket az a néhány hajó végezze el, amely különben is a déli félgömb óceánjain teljesít szolgálatot. Ha a telepítés helyeit és időpontjait sikerül alkalmasan megválasztani, a bójak egy része elsodródik a legtöbb olyan tartományba, ahová hajók nem járnak.

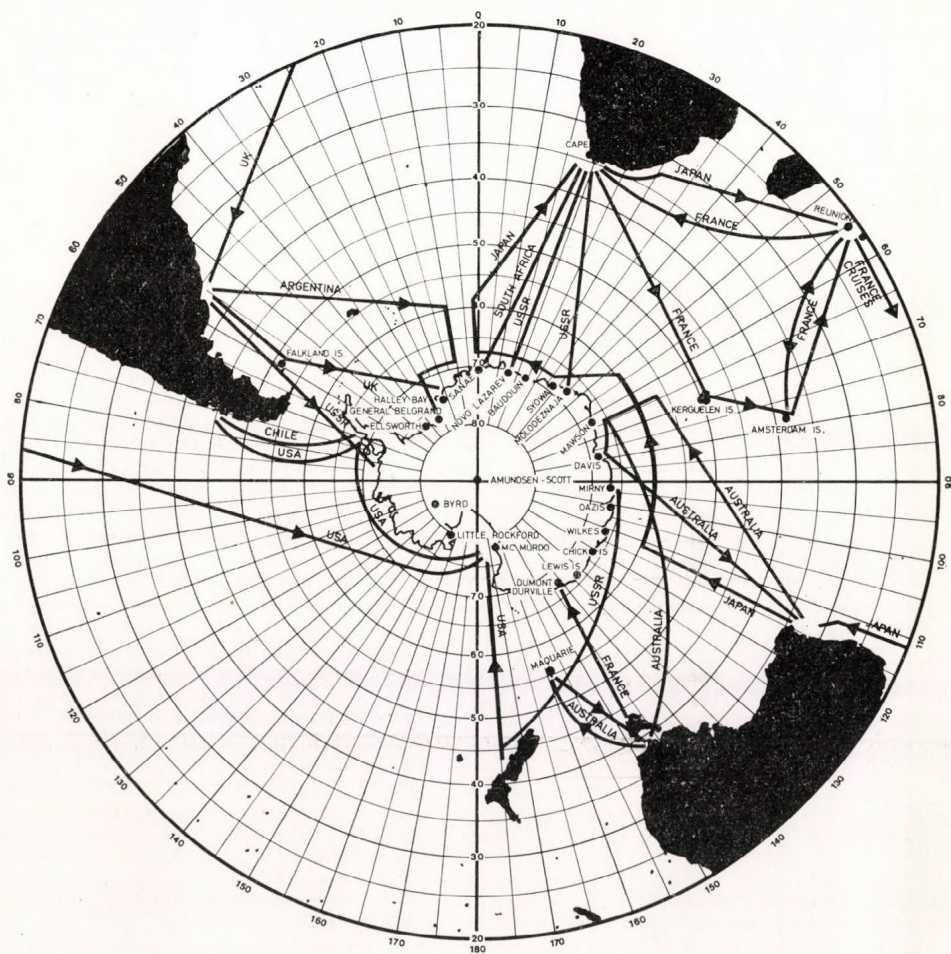
A rendszer általános leírása. Noha az FGGE számára a bójakat több ország (Kanada, Norvégia, Franciaország, Ausztrália és az Egyesült Államok) tervezői és állítja elő, azok fő funkciói hasonlóak. A bójak 2–4 méter magasak és mintegy 100 kg súlyúak (7. ábra). Telepítésüket gyakorlatlan személyzet is el tudja végezni, anélkül hogy a hajót meg kellene állítani. A bójak elektronikájának a meteorológiai érzékelőkkel együtt az alábbi követelményeket kell kielégíteniök:

	légnyomás	felszíni vízhőmérséklet
<i>minimális mérési tartomány</i>	920–1048 mb	–5 °C – 35 °C
<i>maximális pontosság</i>	± 1,0 mb	± 1,0 °C
<i>maximális felbontás</i>	0,5 mb	0,2 °C

A bója helyzetének meghatározása a bója adójának vivő frekvenciájában mért Doppler-eltolódáson alapszik; ezt a mérést a TIROS-N és NOAA-A poláris pályájú műholdakra telepített *Argos-rendszer* hajtja végre. A mérés egy kúpot ad meg, amelyen a kisugárzó bóját lokalizálni kell. A kúp nyílásszöge a Doppler-eltolódás függvénye. A bója a jelek kisugárzását 40–60 másodpercenként ismétli; a Doppler-mérésre mindannyiszor sor kerül, valahányszor a műhold fedélzetén az *Argos-rendszer* veszi ezeket a jeleket. A feldolgozás folyamán legalább öt mérést kell alapul venni ahhoz, hogy az egymást követő kúpok keresztmetszeteinek statisztikai analizéséből a bója lokalizálása megtörténhessék.

Amennyiben egyidejűleg két műhold-átvonulás áll rendelkezésre, a helymeghatározás pontossága kb. 3 km. Ha a Doppler-mérés adatai csak egy műhold-átvonulásból származnak, akkor a pontosság természetszerűleg valamivel kisebb. Ez utóbbi esetben a bójára két alternatív pozíció adódik; ezek a műhold talppont-pályájára szimmetrikusan a két oldalon helyezkednek el. A helyes megoldás a bója korábbi pozíciója alapján választható ki.

Ahhoz, hogy egy bója helyzete explicite meghatározható legyen, a lokalizálást vagy ugyanannak a műholdnak két egymást követő átvonulása, vagy két műholdnak két átvonulása során nyert adatokból kell számítani. A két átvonulás közötti időkülönbségnek mindig kevesebbnek kell lennie 3 óránál, de többnek 30 percnél.



8. ábra: Az Antarktisz kutatóállomásaira utánpótlást szállító hajók útvonala

A bója-rendszer által szolgáltatott megfigyelések. A sodródó bójak telepítésére – többé-kevésbé egyenletes elrendezésben – a déli hemiszféra óceánjain kerül sor, a 20 fokos déli szélességi körtől délre; a bójak egymástól mért átlagos távolsága kisebb lesz 1000 km-nél. Az FGGE idejére több mint 300 bója áll majd rendelkezésre. Kihelyezésük 1978 őszén kezdődik el és egészen 1979 júniusáig tart, noha követelmény, hogy az első speciális megfigyelési periódus kezdetére (1979. január 5.) körülbelül 200 bója már a helyén legyen. Minthogy egy tipikus bója élettartama meghaladja a hat hónapot, néhány bója még 1979 végén is fog adatokat továbbítani.

Az összes sodródó bója méri a légköri nyomást a tenger felszínének a közelében és a tengervíz hőmérsékletét a felső 1–2 m-es réteg valamely pontjában. Néhány bója egyéb paraméterek mérésére is alkalmas lesz; ilyenek a levegő hőmérséklete, a tengervíz hőmérséklete más mélységekben, vagy a szél sebessége. A bójak némelyikét felszerelik a szél által eldördített sodródás fékezésére szolgáló úszóhorgonyokkal, így ezek a bójak felhasználhatók

a tengeráramlások irányának és sebességének a becslésére is. A legtöbb bóját ellátják olyan berendezéssel, amely alkalmas a műszerek állapotának, illetve a szenzorok hibájának a becslésére vonatkozó adatok kisugárzására – ilyen adat például a telepek feszültsége, a nyomásmérő szenzor hőmérséklete, vagy az a jel, amely arra utal, hogy az úszóhorgony a bójához van-e még kapcsolódva.

Az adatoknak a bójákról történő összegyűjtése az *Argos-rendszeren* keresztül TIROS-N és NOAA-A műholdak segítségével történik majd. Ezek a mesterséges holdak napszinkron poláris pályán keringő műholdak (inklinációjuk 98° , keringési idejük 100 perc), repülési magasságuk pedig kb. 800 km. Ennek megfelelően a műhold egy adott időpillanatban egy kb. 5000 km-es átmérőjű földfelületet lát be, két egymást követő műhold-talppálya egymástól mért távolsága pedig az egyenlítő mentén 25 hosszúsági fok (2800 km). Ez a távolság a növekvő földrajzi szélességgel természetesen csökken, s a 82° szélességen a talppálya metszi az előző körülfordulás talppályáját. Ilyenformán a poláris tartományokban elhelyezkedő bójákról gyakrabban lehet majd adatokat venni, mint a trópusi vizeken úszó bójákról. A 20° S – 65° S övben bójánként körülbelül napi 6 – 12 megfigyelés lesz nyerhető.

Az *Argos-rendszer*, mint már említettük, a véletlen hozzáférés elvén alapszik: minden egyes platform minden 40 – 60 másodpercben egy 320 – 960 msec tartamú üzenetet sugároz ki, ami az identifikációt és a szenzor-értékeket tartalmazza. A műholdak bármelyike, amelyik a platform horizontja fölött van, venni és regisztrálni tudja ezeket az üzeneteket. A műholdakról az adatok lekérdezése az USA területén elhelyezkedő speciális földi vevőállomások (Wallops Island, Virginia és Gilmore Creek, Alaszka) valamelyikén történik. A vett adatok ezekről az állomásokról real-time üzemmódban a NESS-be (Suitland, Maryland), onnan pedig a franciaországi Toulouse-ba jutnak az *Argos-központ* számára.

Az *operációk koncepciója*. A bóják telepítését az Antarktisz kutatóállomásaira utánpótlást szállító hajók (8. ábra), továbbá kereskedelmi és hadihajók fogják végrehajtani; néhány sziget ugyancsak felhasználható telepítés céljára. A szervező testület számos országgal érintkezésbe lépett és kérte közreműködésüket a bója telepítésben. Több mint tíz ország válasza volt pozitív, s ezzel több mint 35 hajó vált számításba vehetővé a bója-rendszer céljaira. Ez a hajóállomány a néhány szigettel együtt már lehetővé teszi az összes FGGE-bója ésszerű elhelyezését. A telepítés előzetes tervét 1977 augusztusára elkészítették. A bóják közelítő elrendeződését a két speciális megfigyelési periódusban a 9. ábra mutatja be.

Kommunikáció és adatkezelés. A nyers adatokat meteorológiai üzenetkéké az *Argos-központ* fogja feldolgozni. Az *Argos-központ* speciális szelekciós eljárást dolgozott ki abból a célból, hogy a legreprezentatívabb adatok a GTS-en történő továbbításra real time-ban rendelkezésre álljanak. A GTS-en bójánként minimum napi négy megfigyelés kerül továbbításra. Kutatási célokra speciális adatállományt fognak készíteni. Ezek a II-b szintű adatok az összes meglévő megfigyeléseket tartalmazzák.

Az *Argos-központ* naponta listázni fogja minden bója helyét és szenzor-értékeit. A bóják helyét hetenként térképre rajzolják, az összes pozíció és szenzor értékeket pedig havonta mikrofilmre viszik. Mindezeket az adatokat, valamint a real time-ban forgalmazott adatok felhasználóitól érkező észrevételeket felhasználja munkájában az *Argos-központ* adatkontroll egységének személyzete. Ez a személyzet fogja szükség esetén korrigálni a megfigyeléseket, hogy a lehető legjobb II-b szintű adatállományt alakítsák ki.

A bója-rendszer terveinek megvalósítására nemzetközi koordinációs mechanizmust építettek ki. Mindazonáltal a terv az, hogy ez a szervezet a bóják beszerzésére, telepítésére és ellenőrzésére vonatkozó különböző nemzeti programokból a lehető legtöbbet felhasználja.

3.3. Járulékos megfigyelő rendszerek

Az FGGE összetett megfigyelő rendszere az operatív WWW-re támaszkodó alap megfigyelő rendszeren és a speciális megfigyelő rendszereken kívül kiegészül egy sor olyan járulékos megfigyelő rendszerrel, amely nagymértékben javítja a globális kísérlet programjának teljesítményét. E járulékos megfigyelő rendszerek közül mi az alábbiakban csak a két legfontosabbal foglalkozunk: a *kutató műholdakkal* és a *repülőgépes integrált adatrendszerrel*.

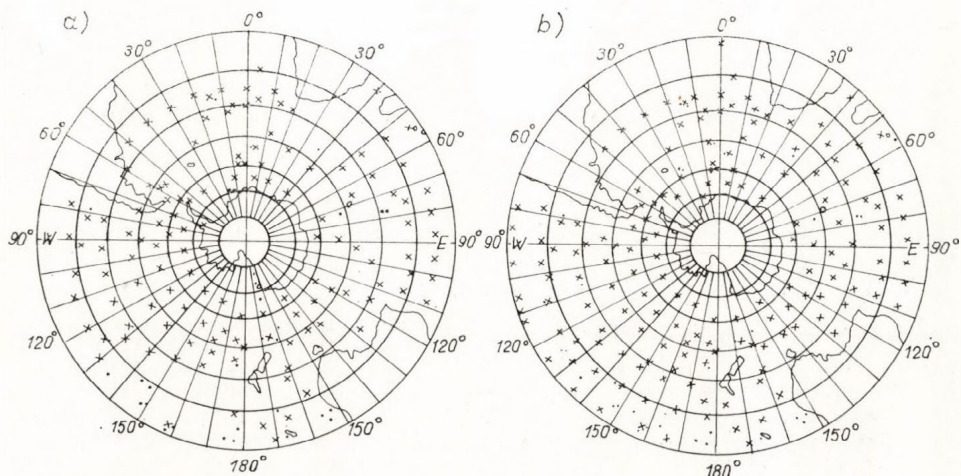
3.3.1. Kutató műholdak

Az FGGE operatív évének idejére az Egyesült Államok két kutató műhold pályára juttatását tervezi: a Nimbus-G műholdat és a SEASAT-A műholdat. Ha mindkét fellövés

sikerül és a földi telemetrikus hálózat a terveknek megfelelően működik, akkor ez a két mesterséges hold fontos II-szintű adatokkal egészítheti ki az FGGE adatarchívumát.

A Nimbus-G műhold a legújabb tagja lesz annak a Nimbus-sorozatnak, amelyet a NASA fejlesztett ki és juttatott pályára. Az ezekre a kutató műholdakra telepített műszerek a prototípusai a későbbi operatív műszereknek.

A SEASAT-A az első tagja annak a tervezett műholdsorozatnak, amelyet kifejezetten a világ óceánjainak felderítésére és tanulmányozására fejlesztettek ki, s amelyet mind aktív, mind pedig passzív mikrohullámú szenzorokkal felszerelnek, hogy az időjárás mind több eleméről információkat tudjon gyűjteni. Ezt a programot ugyancsak a NASA irányítja.



9. ábra: Az FGGE-bóják közelítő elrendeződése a déli hemiszféra óceánjain. (a) a SOP—I során, (b) a SOP—II során

(A) A Nimbus-G műhold

A műhold által szolgáltatott megfigyelések. A Nimbus-G meteorológiai mesterséges hold fedélzeti műszerezettsége olyan, hogy a mérésekből az alábbi típusú adatok vezethetők le: a) a Föld sugárzás háztartásának komponensei mind a szinoptikus, mind pedig a planetáris skálán; b) ózon-eloszlás és teljes ózon-tartalom; c) óceán-felszíni és légköri paraméterek, mint például: tengerjég-fedettség, tengerfelszín hőmérsékletek, óceán-felszíni szélsőségek, teljes légköri vízgőz-tartalom, csapadék-intenzitás az óceáni területeken.

Az operációk koncepciója. A Nimbus-G műholdat 1978 második felében fogják fellőni kvázi-pólaris napszinkron pályára, 955 km-es pályamagasságba, lokális dél/éjfél időpontú egyenlítői átvonulással. Néhány szenzor esetében három nap szükséges ahhoz, hogy a méréseket az egész földgömbre vonatkozóan végrehajtsa. A műhold energiaforrásának korlátozottsága miatt azonban egyidejűleg soha nem fog az összes szenzor működni. Ilyenformán információközlés csak akkor várható, ha a mérések ténylegesen rendelkezésre állnak.

Kommunikáció és adatkezelés. A műholdról az adatokat két földi állomás (Fairbanks, Alaszka és Rosman, North Carolina) kérdezi le, s továbbítja majd a NASA/Goddard Space Flight Center meteorológiai adatkezelő rendszerébe. Ott előállítják a megfelelő II-szintű adatokat és mágnesszalagon elküldik a Norrköping-i adatközpontba. Tervezik, hogy néhány paraméter II-c szintű adatként is gyűjtésre kerül.

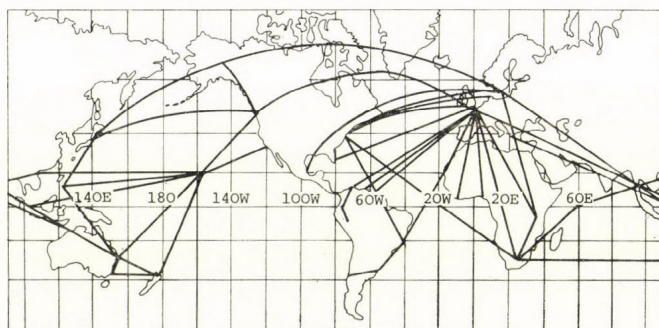
(B) A SEASAT-A műhold

A műhold által szolgáltatott megfigyelések. A SEASAT-A mesterséges hold az első tagja az elsődlegesen oceanográfiai adatok gyűjtésére tervezett műholdsorozatnak. Az FGGE operatív évére már rendelkezésre állnak tervezett adatok a következők: a szél iránya és

sebessége az óceán felszínénél, a poláris jégtakaró kiterjedése, a tengerfelszín hőmérséklete, a légkör vízgőztartalma és a csapadék intenzitása az óceánok fölött.

Az operációk koncepciója. A SEASAT-A műhold fellövésére 1978 júniusában került sor, nem-napszinkron, 795 km magasságban fekvő pályára, amelynek inklinációja 108° (retrográd). Az FGGE céljait szolgáló szenzoroknak közel 36 óra szükséges ahhoz, hogy a földfelszín 95%-át a 75° N – 75° S közötti tartományban lefedje. A szenzorokat állandó működésre tervezték.

Kommunikáció és adatkezelés. A megfelelő II-szintű adatok mágnesszalagon, szabványos formátumban kerülnek el a Norrköping-i adatközpontba. Ennél a műholdnál is tervezik, hogy néhány paraméter II-c szintű adatként szintén forgalmazásra kerül.



10. ábra: Az AIDS-berendezéssel felszerelt repülőgépek nemzetközi útvonalai

3.3.2. A repülőgépes integrált adat rendszer (AIDS)

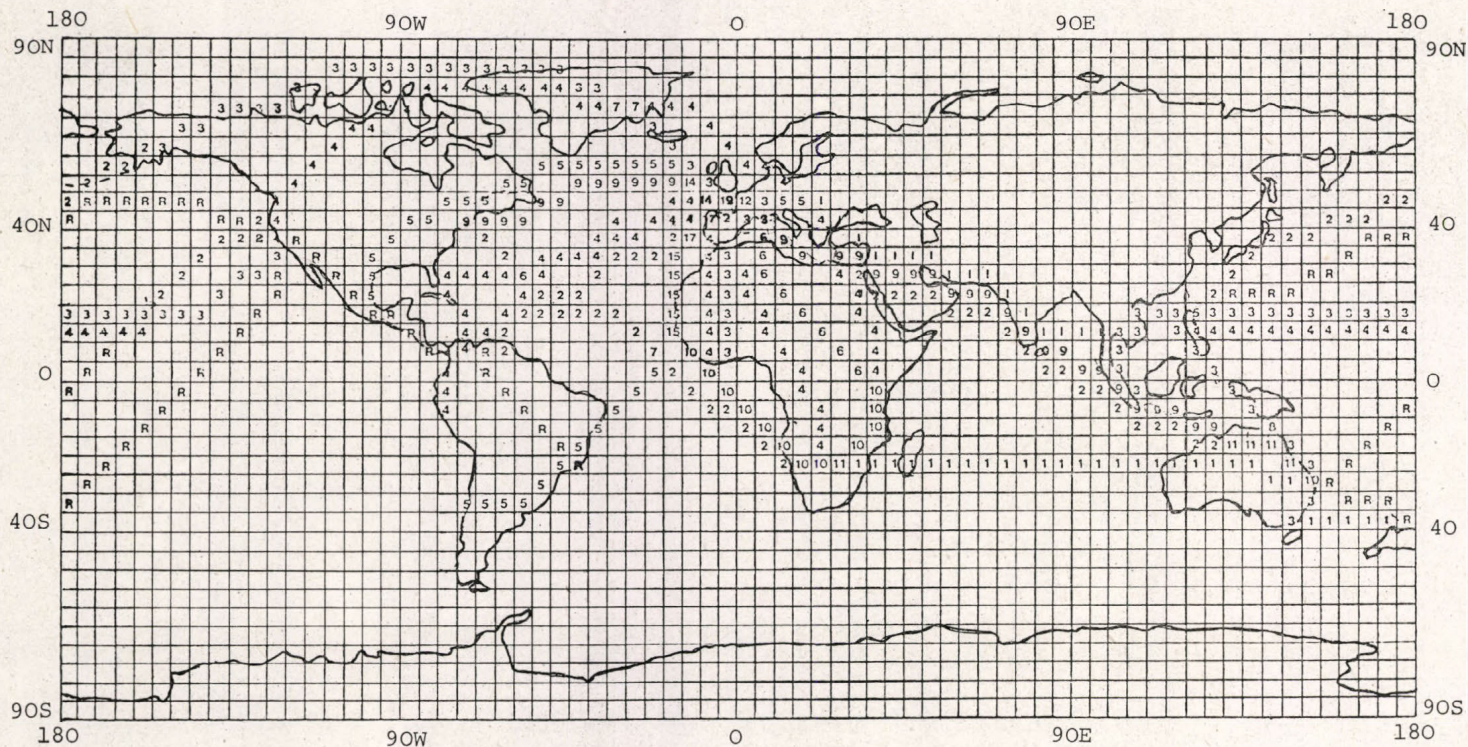
A repülőgépes integrált adat rendszer (*Aircraft Integrated Data System – AIDS*) programjának a célja az, hogy az FGGE számára az operatív év teljes hosszában felhasználhatóvá váljanak a trópusok és a déli hemiszféra területéről, valamint más adatszegény tartományokból mindazok az *in situ* meteorológiai adatok, amelyeket a nemzeti légitársaságok speciálisan műszerezett repülőgépei menetrendszerű járataik során szolgáltatni tudnak.

A rendszer általános leírása. Jelenleg több mint 400 nemzetközi útvonalon közlekedő kereskedelmi sugárhajtásos repülőgép van felszerelve olyan *inerciális navigációs rendszerrel* (INS), amely képes a szél irányát és sebességét, valamint a repülőgép pozícióját nagy pontossággal teljesen automatikusan meghatározni. A DC – 10 és B – 747 típusú repülőgépeken az INS output-ja, valamint a repülőgép saját számítóközpontja (ADC) közvetítésével érkező hőmérséklet és repülési magasság adatok a pilótafülke digitális display-én jelennek meg, amelyekből a személyzet össze tudja állítani a standard AIREP-jelentéseket. E repülőgépek közül mintegy 80 el van látva adatfeldolgozó és tároló rendszerrel: ún. AIDS-el.

Ez a rendszer – amelyet a légitársaságok a repülés végrehajtására vonatkozó operatív adatok gyűjtésére használnak – lehetővé teszi a repülőgépes paraméterek százainak az automatikus fedélzeti rögzítését, köztük az INS és az ADC által szolgáltatott adatokét is. Az AIDS – INS kombináció több mint 75 repülőgépről általánosan hozzáférhető, ami azt jelenti, hogy a trópusokon és a déli hemiszférában a kereskedelmi légi forgalom segítségével az áramlási mezőnek és a hőmérsékleti mezőnek a felbontása jelentékenyen megnövelhető.

A rendszer által szolgáltatott megfigyelések. Az AIDS-méréseket a repülőgépek a fel- és leszállás folyamán általában 4 másodperces időközönként, a repülés során pedig 400 másodperces időközönként végzik. Az FGGE részére az adatok az AIDS-regisztrátumokból 800 másodperces intervallumonként lesznek szelektálva, ami kb. 200 kilométeres felbontást tesz lehetővé. A globális útvonalakon (10. ábra) közlekedő, mintegy 80 repülőgépből álló AIDS-flotta a tervek szerint naponta 2500 – 3000 meteorológiai jelentést fog szolgáltatni; ennek területi eloszlását a 11. ábra mutatja be.

Az a magasság, ahonnan az AIDS-adatok származnak majd, több tényezőtől függ;



11. ábra: Az AIDS-flotta által naponta szolgáltatott meteorológiai jelentések átlagos számának területi eloszlása (R = naponta egy jelentésnél kevesebb)

ezek között az egyik legfontosabb az egyes útvonalak repülőgépes forgalmi elrendeződése. Általában az adatok a 9 és a 13 km közötti rétegből állnak majd rendelkezésre, de a B-747 SP repülőgépek maximális repülési magassága 15 km, az AIDS-el felszerelt Concorde repülőgépeké pedig eléri a 20 km-t.

Az AIDS-adatok elfogadott pontossága a következő: földrajzi hosszúság és szélesség: 5 km, idő: 30 sec, magasság: 12 m, hőmérséklet: 1,5 fok, szélesség: 1,5m/sec.

Az operációk koncepciója. Jelenleg 78 AIDS-berendezéssel felszerelt repülőgép közlekedik; ezeknek államonkénti megoszlásáról a *III. táblázat* ad képet. A repülési útvonalon az AIDS-berendezés automatikusan meteorológiai megfigyeléseket regisztrál.

III. TÁBLÁZAT

AIDS-berendezéssel felszerelt repülőgépek államonkénti eloszlása

<i>Állam</i>	<i>Nemzeti légitársaság</i>	<i>AIDS- repülőgépek száma</i>
Ausztrália	Qantas	1
Dánia/Norvégia/Svédország	SAS	8
Indonézia	Garuda	3
Hollandia	KLM	20
Fülöp-szigetek	Philippine Airlines	3
Svájc	Swissair	11
Thaiföld	Thai International	2
Egyesült Királyság	British Airways	14*
Egyesült Államok	TWA, Pan Am, United Airlines	13
Venezuela	Viasa	3

*köztük 5 Concorde típusú repülőgép

Kommunikáció és adatkezelés. A mágnesszalagok ez egyes repülőgépes adatfeldolgozó központokból egy speciális adatközpontba (De Bilt, Hollandia) kerülnek további proceszálás céljából. Innen azután a szalagokat Norrköping-be továbbítják. Ha az adatokkal bármiféle probléma merülne fel, Hollandia értesíteni fogja a repülőgéphez illetékes nemzeti meteorológiai szolgálatot.

Jelen számunkból az IRODALOM anyagtorlódás folytán kimaradt.

ÉGHAJLATI VILÁGKONFERENCIA

(Genf, 1979. február 12—23)

A Meteorológiai Világszervezet (WMO) e nagyszabású nemzetközi ülésorozatának *Szakértői konferencia az éghajlat és emberiség-ről* címet adta. Sok tudományos és szakmai értekezletet tartottak már az éghajlat fizikai és geofizikai vonatkozásairól, de az eddigiektől eltérően az Éghajlati Világkonferencia megkísérlti, határozott formában felmérni az éghajlat tudományának mai állását abból a célból, hogy az éghajlati ismereteket más tudományágak ismeretanyagával összeötvözve, elősegítse azoknak a hatásoknak mélyebb megértését, amelyeket az éghajlat változásai és változékonysága fejt ki az ember tevékenységére és környezetére.

Több tényező is indokolja, hogy a Meteorológiai Világszervezet az ENSZ egyéb szakosított szervezeteivel karöltve hívja össze ezt a szakértői konferenciát. Egyrészt azért, mert világszerte növekvő aggodalom tapasztalható amiatt, hogy az éghajlat természetes változásai sokszor károsan hatnak az élelmiszer- és energiatermelésre és -igényekre, a víztartalékokra, a földdel való gazdálkodásra és a társadalom sok más tevékenységére. Másrészt azért, mert az utóbbi időben egyre több jel mutat arra, hogy az éghajlatban olyan komoly változások történhetnek (pl. a légkör szén-dioxid tartalmának növekedése következtében), amelyek rendkívüli módon befolyásolhatják az emberiség életfeltételeit, s amelyek ellen csak különleges módon szervezett nemzetközi együttműködés keretében lehet fellépni.

A mezőgazdasággal, erdészettel és halászat-tal foglalkozó ülések szervezésében az Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezet (FAO), a globális ökológiával és a tengeri erőforrásokkal kapcsolatos ülések előkészítésében az ENSZ Nevelésügyi Tudományos és Kulturális Szervezete (UNESCO) vesz részt, míg az „éghajlat és egészség témakörben az Egészségügyi Világszervezet (WHO) segít. Az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP), amely a konferencia minden témájában általában érdekelt, hathatósan hozzájárul az Éghajlati Világkonferencia különböző tevékenységeinek szervezéséhez.

Az Éghajlati Világkonferencia csak az első lépése egy nagyszabású nemzetközi vállalko-

zásnak, amely az éghajlat változásaival és változékonyságával összefüggő egész sor komoly probléma megoldását célozza. Ebben a legfőbb szerepet az Éghajlati Világprogram játssza majd, amelyet a Meteorológiai Világszervezet más nemzetközi (kormányközi és nem kormányközi) szervezetek segítségével most tervez. Ennek a programnak a keretében hajtják végre az éghajlat tudománya, az éghajlati adatok és felhasználásuk, valamint az éghajlatnak a társadalomra és a környezetre gyakorolt hatásának vizsgálatát köré csoportosítható nemzetközi feladattervet. Az egyes országok az Éghajlati Világprogram alapján hoznak majd intézkedéseket az éghajlat előnyös vonásainak jobb kihasználására és a káros hatások csökkentésére. A konferencia következtetései, ajánlásai és akcióterve különösen fontos tényezői lesznek az Éghajlati Világprogram jellege kialakításának.

A konferencia nemzetközi szervező bizottsága már készített napirend tervezetet, amely szerint az első héten 24 áttekintő, tudományos előadás hangzik el az éghajlatról és az emberre gyakorolt hatásáról, a világ legkiválóbb szakteknitélyeinek részvételével. Ezek az előadások bemutatják az egyes tudományos témák jelenlegi állását és konkrétan megfogalmazzák a legfontosabb, legidősebb kérdéseket. Az előadásokat követő viták szolgálnak majd alapul a konferencia következtetéseihez, ajánlásaihoz és akcióterveinek végleges megfogalmazásához. Ezt a munkát a konferencia második hetében a fent említett előadások szerzői mintegy 80 meghívott szakértővel együtt, munkacsoport üléseken végzik el. Az elfogadott ajánlásokat azután a Világszervezet 1979. április-májusában, szintén Genfben tartandó VIII. kongresszusa elé terjesztik.

A WMO Végrehajtó Bizottsága kérte a konferenciától hogy azt is vizsgálja meg, célszerű lenne-e „miniszeri szintű” éghajlati konferencia összehívása. Az Éghajlati Világkonferencia ezért ezzel kapcsolatban is ajánlást tesz majd, aszerint, hogy milyen fontosságot tulajdonít az éghajlat jelenlegi, és várható jövőbeli hatásainak.

Mint a konferencia címéből is kitűnik, a februári ülésen a résztvevők szakértői minőségükben

és nem kormányuk képviseletében lesznek jelen. A meghívott előadók kiválasztása kizárólag annak a szaktudásnak a szem előtt tartásával történik, amellyel az ülések fontos munkáját elősegíthetik. A meghívottak kiválasztásánál érvényesül az a cél is, hogy a földrajzi, fizikai és társadalomtudományok széles körének képviselői kapjanak helyet a konferencián. Hangsúlyozni kell, hogy az Éghajlati Világkonferencia nem meteorológiai szakkonferencia. Összehívásának célja az, hogy elemezze az éghajlat hatását az ember tevékenységére és környezetére.

Az első héten a konferencián — a lehetőségek szabta korlátokon belül — minden kellő képzettségű érdeklődő részt vehet. Egyéni alapon jelentkezők írásban nyújthatják be kérelmüket a WMO főtitkárához, megjelölve, hogy jelenleg hol, milyen intézményben dolgoznak és hogy az éghajlati problémák iránti érdeklődésük milyen jellegű. A plenáris üléseken mind a meghívottak, mind pedig az egyéni érdeklődők bekapcsolódhatnak a vitába, kérdéseket tehetnek fel. Ily módon a konferencia következtetési és ajánlái a legszélesebb alapokon kifejtett nézeteket tükrözik majd.

A jelentkezések a következő címre küldhetők:

World Meteorological Organization
Case Postale No. 5
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

(E közleményt a Meteorológiai Világszervezet — szerkesztőségünkhez 1978. október 2-án érkezett — kérésére tesszük közzé lapunkban.)

Fordította: *Tölgyesi István*

*

A. NYBERG IMO-DÍJAS

A Meteorológiai Világszervezet Végrehajtó Bizottsága az 1978. évi IMO díjat — amelyet évente adományoznak kiemelkedő meteorológiai és nemzetközi együttműködési tevékenységért — *Alf E. G. E. Nyberg*-nek, a Svéd Meteorológiai és Hidrológiai Intézet korábbi igazgatójának ítélte oda.

A. Nyberg 1911-ben született, doktori fokozatát az uppsalai egyetemen kapta 1938-ban. A Svéd Meteorológiai és Hidrológiai Intézetnek 1955-től az igazgatója, majd főigazgatója volt 1977-ig. 1950/51-ben a stockholmi egyetem professzora volt.

A. Nyberg, aki kiemelkedő, jól ismert személyiség a nemzetközi meteorológiában, fontos és aktív szerepet játszott a WMO tevékenységében. 1956-tól 1963-ig a WMO Európai Területi Bizottságának elnöke, 1963-tól 1971-ig pedig a WMO elnöke volt. A WMO Végrehajtó Bizottságának kivételesen hosszú ideig, 22 évig volt tagja, nevezetesen 1955-től 1977-ig, nyugdíjba vonulásáig. A WMO megbízásából

számos fejlődő országban tevékenykedett a technikai együttműködési program teljesítésével kapcsolatosan. Sok tudományos dolgozata jelent meg szinoptikus meteorológiai és aerológiai kérdésekről, valamint a meteorológiai tényezők és a légszennyeződés közötti kapcsolatáról.

Alf Nyberg több ízben járt Magyarországon; szakmai, baráti kapcsolatok is fűzték szolgálatainkhoz. Közvetlen, barátságos egyéniségének megtisztelő figyelmét a Svédországban járt magyar ösztöndíjasok, a WMO üléseken, hivatalos fogadásokon résztvevő magyar delegátusok mindig élvezhették. Úgy érezzük, hogy az IMO díj ismét méltó kezekbe került.

Ambrozyne Mohácsi M.

*

MENNYISÉGI CSAPADÉKELŐREJELZÉSEK MEGINDÍTÁSA

Az OMSZ Központi Előrejelző Intézetének Csapadékszínoptikai Osztálya 1978. július 3-tól megkezdte a hidrológiai célú mennyiségi csapadékelőrejelzések rendszeres kiadását. Ebből az alkalomból meteorológus és vízügyi szakemberek részvételével ünnepélyes megnyitót tartottak, melyen résztvett *Vincze József* az OVH elnökhelyettese, *Kovács György* az OVH Vízgazdálkodásfejlesztési Főosztályának vezetője, *Czelnai Rudolf* az OMSZ elnöke, *Barát József* az OMSZ elnökhelyettese és a meghívott szakemberek.

Bevezető előadásában *Varga-Haszonits Zoltán* a KEI igazgatója ismertette a Központi Előrejelző Intézet fejlesztési terveit, ezen belül a hidrometeorológiai szolgáltatások és kutatások helyzetét. Ezt követően *Bodolai Istvánné* tud. osztályvezető tájékoztatást adott az 1977-ben alakult Csapadékszínoptikai Osztály tevékenységéről és feladatairól. Eszerint az osztály részben operatív hidrometeorológiai szolgáltatásokat lát el — amelynek keretében a mennyiségi csapadékelőrejelzés is tartozik —, részben e szolgáltatások fejlesztését célzó kutatási tevékenységet folytat. Az előadás ezután áttekintést nyújtott a mennyiségi csapadékelőrejelzés helyzetéről a különböző országok meteorológiai szolgálatainak gyakorlatában, majd ismertette a hazai szolgálatban kifejlesztett csapadékelőrejelzési eljárásokat.

Mint ismeretes, a csapadékmennyiség rövidtávú előrejelzésére irányuló kutatások szolgálatunknál az 1960-as évek óta folynak. Jelentős haladás azonban 1974 óta következett be. Ekkor kezdődtek az Országos Vízügyi Hivatal ösztönzésére és támogatásával azok a kutatások, amelyek a hidrológiai célokat figyelembe véve tüzték napirendre a csapadékmennyiség rövidtávú előrejelzését.

E kutatások keretében két előrejelzési modellt dolgoztak ki. Az egyik eljárás a cirku-

lációs indexeken és a hatékonysági tényezőn alapuló modell, amely az előrejelzendő csapadékmennyiséget a potenciálisan kihullható vízmennyiség, a termobárikus mező cirkulációs indexe és a korábbi csapadékszériákból levezetett hatékonysági tényezők, mint előrejelző prediktorok függvényét definiálja. Ez az eljárás főként az árhullámokat előidéző kritikus időjárási helyzetekben alkalmazható sikerrel. A másik az ún. „találkozási modell” a potenciálisan kihullható vízmennyiség, a vertikális sebesség és a dinamikus telítési hiány (a tényleges relatív geopotenciál és a telítési relatív geopotenciál különbsége) mezőinek időbeli találkozásán alapul. Utóbbi mint szabályozó paraméter azt határozza meg, hogy a kihullható lehetséges vízmennyiségből mennyi csapadékot válthat ki az emelő mozgás.

Az alkalmazott két eljárás a várható 12 – 24 órás csapadékmennyiséget a Duna és a Tisza 18 részvízgyűjtő területére területi csapadék-átlagok formájában adja meg.

Az előrejelzések elveit ismertető előadás után *Takács Ágnes* tud. munkatárs és *Nagy Zsuzsanna* tud. segédmunkatárs bemutatta a találkozási modell diagnosztikai és analitikus számítási alkalmazását. Ezt követően a résztvevők kötetlen formában tájékozódtak az új szolgáltatás gyakorlati felhasználásának lehetőségeiről.

Bodolai I.

*

JUGOSZLÁV—MAGYAR EGYÜTTMŰKÖDÉS A JÉGESŐ ELHÁRÍTÁSÁBAN

Hazánk déli határán, a Dunától kb. Dráva-szabolesig terjedő határmenti sávban fekvő fölöttébb értékes mezőgazdasági kultúrájú területek jégverés elleni védelmére – baranyai elhárító rendszer eddigi működése során mutatkozó kitűnő eredmények ellenére – technikai nehézségek miatt le kellett mondanunk. De tudomásunk volt arról, hogy a Horvát Szocialista Köztársaságban immár hat éve folyó jégeső-elhárítás az ottani határmenti területek védelmét hasonló okok miatt nem tudja megoldani.

A rakétás jégeső-elhárító rendszerünk megszervezését elrendelő kormányhatározat a két rendszer közötti együttműködés kérdésében csupán arról intézkedett, hogy a jugoszláv felet a rendszer üzembe helyezéséről tájékoztatni kell. Ez meg is történt, a jugoszláv és a magyar meteorológiai szolgálatnak ismételt alkalma nyílt az együttműködés módozataira vonatkozó elképzelések megvitatására, sőt javaslat kidolgozására is sor került megállapodás kötése végett. Erre egyébként is hasznos támpontul szolgált a Bulgária és Jugoszlávia között a jégeső-elhárítás kérdésében korábban már létrejött egyezmény.

A magyar minisztertanács elé terjesztett javaslat az együttműködésben hármas célt jelölt meg: 1. Jégeső-veszélyes zivatarok

kialakulásakor kölcsönös riasztás a várható vonulás irányában. 2. A védelem kiterjesztése a közvetlenül a határ mindkét oldalán fekvő sáv mezőgazdasági kultúráira. 3. Az elhárítás biztonságának és eredményességének növelése érdekében a védekezés szoros összehangolása.

A szűkebb szakmai egyeztetések megtörténte után és az illetékes tarcák egyetértő véleménye birtokában a minisztertanács az előterjesztést jóváhagyta. Ennek nyomán az idei márciusban a kormányközi megállapodás is megszületett az együttműködés elvi alapjairól.

A megállapodás a jégeső-elhárítást irányító meteorológiai szolgálatokat hatalmazta fel az együttműködés részleteinek kidolgozására és végrehajtására. Az együttműködés megvalósítása, illetve az ehhez szükséges munkaprogram kidolgozása végett *Kozák Béla* OMSZ elnökhelyettes vezetésével *Wirth Endre* tud. főosztályvezető és *Polgár Endre* főosztályvezető-helyettes utazott Jugoszláviába, június 14-én. A jugoszláv jégeső-elhárító rendszert és az új típusú jugoszláv elhárító-rakétát bevezetőül bemutató eszközi megbeszéléseken, majd a bilogori radarközpont megtekintésén résztvevő *Halász József* belgrádi nagykövetünk és valamennyi szövetséges köztársaság hidrometeorológiai intézetének igazgatója is.

A munkaprogram részletes kidolgozása a következő két napon már Zágrábban, a horvát hidrometeorológiai intézetben történt, ahol *Sikić Mile*, *Dražan Poje*, *Tomislav Vučetić* és *Branko Gelo* személyében a horvát delegáció igen kellemes tárgyalófelének bizonyult.

A kidolgozott munkaprogram első renden megoldandó feladatnak tartja a *Tenkes* és a *Bilogora* radarközpont közötti rádiókapcsolat kialakítását, megfelelő (teljes dokumentációjú) készülékek beszerzését, ill. felszerelését, továbbá a radarinformációk kódolására kölcsönös javaslat kidolgozását, az információk telexen történő cseréjének előkészítését, s végül az önmegsemmisítő jégelhárító rakéták határmenti övezetekben, a szomszédállam határának irányában leendő használatának, valamint a magyar részről átsodródó rakétákkal kapcsolatos kérdéseknek – kormányközi megállapodás formájában – megnyugtató rendezését.

E kérdéseknek az illetékes szakminisztériumok segítségével történő rendezésén kívül a program már 1978-ra tervbe veszi szakemberek küldését, illetve fogadását, a kölcsönös tájékoztatással összefüggő kutatási-operatív eredmények időben történő rendszerezését, s még néhány részletkérdést. Az idei program befejezéséül pedig december folyamán a jugoszláv delegáció jön Magyarországra az együttműködés további elmélyítése érdekében.

Hisszük, hogy e program megvalósulása elé nemcsak a jugoszláv és a magyar meteorológiai szolgálat, hanem a határmenti területek különösen érdekelt mezőgazdasági üzemei is jogos várakozással tekinthetnek.

Kozák B.

Aujeszký László 1903-ban született Budapesten. Itt végezte középiskolai és egyetemi tanulmányait is. A természettudományok, különösen pedig a matematika és a fizika területén kiválóan felkészülve, a legfontosabb idegen nyelvek birtokában lépett a Meteorológiai Intézet szolgálatába 1927-ben. Az intézet egyik legfontosabb és akkoriban sürgős korszerűsítésre szoruló részlegében, a prognózis-osztályon kezdte meg tudományos pályáját s kisebb megszakkatással, amikor rövid időre az ideiglenesen visszavonuló *Réthly Antaltól* az intézet vezetését átvette, itt dolgozott (1953-tól mint az időjáráselőrejelző osztály vezetője) egészen 1963-ig, amikor elérve a korhatárt nyugalomba vonult.

Nevéhez fűződik az „izobárszinoptika” alkonyán az időjárás előrejelzésének hazai korszerűsítése és exakt fizikai alapokra helyezése. Külföldi tanulmányútjáról visszatérve meghonosította az ún. „bergeni iskola” (*V. Bjerknes* és tanítványai) korszerű s a légtömeg- és frontanalízisre épült szinoptikus módszereit. Bevezette a mindennapi szolgálatba, amelyben évtizedeken át maga is eredményesen részt vett, az arológiai adatoknak (pilotok, repülőgépes felszállások), hegyi állomások észleléseinek rendszeres felhasználását s ezzel megalapozta a hazai szolgálatban az időjárás folyamatok háromdimenziós szemléletét.

Ennek a világviszonylatban forradalminak nevezhető fejlődési szakasznak a magyar szolgálatba történt átültetése kétségkívül *Aujeszký László* érdeme. Ezt a teljesítményt mintegy 40 év távlatából értékelve meg kell gondolnunk, hogy a merőben új módszerek és szemlélet bevezetése és elismertetése megkívánta az aránylag fiatal meteorológustól a régi törzsgárda szakmai meggyőzését és számos kezdő, a meteorológiában jobbra járatlan szakember kiképzését. Mind ezeket a belső feladatokat, mind a korszerű előrejelző módszerek alkalmazását, valamint a tudományos körök és a közvélemény tájékoztatását *Aujeszký László* példamutatón, nagy diplomáciai érzékkal oldotta meg. Prognózisai sohasem léptek túl a tudomány adta lehetőségek határát, információ-tartalmukat mégis jelentősen bővítette az ország egyes részeinek, a napszakoknak megjelölésével.

Az ismeretterjesztés nehéz munkáját, az általános műveltség rohamosan növekvő igényeit is figyelembe véve, ma is örömmel vállalja és szakavatott tollal, nagy tárgyi tudásával, pedagógiai érzékével és előadókészségével kiválóan végzi a 75 éves tudós. Tudományos

ismeretterjesztő cikkeinek száma rendkívül nagy. Magukban foglalják a meteorológia teljes tudományterületét. Különös értékük a mindenkori aktualitás, szerzőjük a meteorológia lezfrissebb eredményeit mutatja be szakírói minőségében a tudományos ismeretterjesztő folyóiratok, napilapok hasábjain.

Aujeszký László a hazai ismeretterjesztés szervezésébe és irányításába mint a Természettudományi Társulat másodtitkára és a Természettudományi Közlöny társszerkesztője évek óta aktív munkával is bekapcsolódott. 1948–1950 között az *Időjárás* folyóirat szerkesztője volt. Hosszabb időn át főtítkára volt a Magyar Meteorológiai Társaságnak s mint tiszteleti tag és a Társaság tudományos tanácsának tagja ma is értékes segítséget nyújt tanácsaival, szakvéleményekkel a legkülönbözőbb tudományos és társadalmi feladatok megoldásában.

Kutató munkája elsősorban a légkör energiaforgalmára irányul. Ebből a tárgykörből tartotta a budapesti tudományegyetemen 1937–1953 között nagyon látogatott magántanári előadásait. Kutató munkáját értékelve a Tudományos Minősítő Bizottság 1953-ban a fizikai tudományok kandidátusává minősítette.

A légköri energetika különös hangsúlyt kapott a műholdak bevezetésével az űrkutatás hajnalán. A globális légkörkutatásban, a földtudományok szintézisében az anyag- és energiaáramlás alapvető jelentőségűvé vált. *Aujeszký László* újabb eredményeit ebből a tárgykörből 1971-ben mutatta be és védte meg a Tudományos Minősítő Bizottság nyilvános fórumán s ezzel elnyerte a földtudományok doktora magas minősítési fokozatot.

Számos könyve közül csak néhányat említnünk meg, olyanokat, amelyek rámutatnak széles körű tudományos érdeklődésére és magas szintű ismeretterjesztő tevékenységére is.

Az alkalmazott meteorológia területéről:

Védekezés az időjárás károk ellen (1930), Az időjárás és a mindennapi élet (1933).

Ismeretterjesztő művek:

A Természettudományi Társulat centenárius sorozatának *Légkör* című kötetében 11 fejezet (1939), *A felhők világa* (1958).

Új eredményeket bemutató tudományos művek:

Új fogalmak a meteorológiában (1942), *A meteorológia helye a természetkutatásban* (1943), *A légkör fizikája* (az Akadémiai Kiadó 3 kötetes sorozatában, 1957).

A felsorolás természetesen nem lehet teljes. Részben a hely korlátozott volta nem ad erre



lehetőséget, részben pedig *Aujeszký László* „összes művei” nem sorolhatók fel, hiszen a 75 éves tudós alkotó ereje teljében még sok értékes munkával ajándékozhatja meg népes olvasó táborát, segítheti tanácsaival, szakértelmével, széles körű nyelvtudásával a meteorológia hazai művelőit, tanítványait, tisztelőit és barátait. Sok sikert, jó egészséget kívánunk az elkövetkező években tudományos életművének folytatásához.

Béll B.

*

A METEOROLÓGIAI VILÁGSZERVEZET (WMO) VÉGREHAJTÓ BIZOTTSÁGÁNAK XXX. ÜLÉSE

A WMO Végrehajtó Bizottsága a világszervezet alapokmánya értelmében 24 tagú testület amelynek minden tagja egy nemzeti meteorológiai (vagy hidrometeorológiai) szolgálat vezetője. Hivatalból tagja a bizottságnak a WMO elnöke, három alelnöke és a hat regionális bizottság elnöke, többi tagját pedig a négy-évenként összeülő kongresszus választja meg a következő kongresszusig tartó érvénnyel. Ha azonban egy tag bármilyen okból megválnak szolgálatvezetői tiszttségétől, akkor helyébe újat választanak. Az 1975-ben tartott legutóbbi, hetedik WMO kongresszus óta, különösen sok változás történt a végrehajtó bizottság összetételében: az akkori 24 közül ma már csak 11-en tagjai a bizottságnak, s többek közt olyan jól ismert személyiségek váltak ki, mint *J. Bessemoulin* (Franciaország), *A. Nyberg* (Svédország), *E. Süssenberger* (NSZK), *R. M. White* (Egyesült Államok).

A kialakult gyakorlat szerint a bizottság minden év májusának utolsó csütörtöki napján ül össze a világszervezet genfi székházában, az ülések időtartama három hét. Ez alól csak a kongresszusok éveiben tesznek kivételt, amikor a VB csak egy rövid, egyhetes ülést tart közvetlenül a kongresszus után. Az idei ülés a szokásos rendnek megfelelően, május 25. és június 15. között zajlott le; magyar részről *Czelnai Rudolf*, mint az európai regionális bizottság elnöke, valamint tanácsadójaként *Tölgyesi István*, az OMSZ munkatársa vett részt az ülés munkájában.

Az elfogadott határozatok nagy többsége a végrehajtó bizottság normális szakmai szervező és ügyviteli tevékenységének keretébe tartozik, és olyan témákkal foglalkozik, mint pl. a regionális- és szakbizottságok üléseinek jelentései, a Meteorológiai Világszolgálat (WWW) további fejlesztése, tengeri meteorológia és oceanográfia, meteorológiai kutatások és az Első GARP Globális Kísérlet (egyszerűbb elnevezéssel: Globális Időjárási Kísérlet), műszerfejlesztés, az agrometeorológia az élelmiszertermelés szolgálatában, a sivatagosodás elleni

küzdelem meteorológiai vonatkozásai, légszennyeződés, szakmai együttműködés, pénzügyek (az 1979. évi program és költségvetés).

E határozatok részletes ismertetésére itt természetesen nincs lehetőség, meg kell azonban említeni a bizottság néhány fontosabb döntését, illetve megállapítását: Egyetértett a VB az afrikai regionális bizottságnak azzal az ajánlásával, hogy a Meteorológiai Világszolgálat adatfeldolgozási rendszerében a Pretoriai (Dél-Afrika) Regionális Meteorológiai Központ szerepét két másik központ: Lagos (Nigéria) és Tananarive (Madagaszkár) vegye át. Ez a javaslat logikus következménye annak a VII. kongresszuson elfogadott határozatnak, amely Dél-Afrika WMO-tagságát kormányának fajuldózó és gyarmatosító politikája miatt felfüggesztette. A döntést ebben a kérdésben a VIII. kongresszus mondja ki. A Meteorológiai Világszolgálatot illetően a bizottság újra nyomatékosan felhívta az érintett tagállamokat, hogy sürgősen gondoskodjanak a megfigyelési és a távközlési rendszerben még meglévő hiányosságok megszüntetéséről. Ez különösen fontos a küszöbön álló (1978. december 1-én kezdődő) Globális Időjárási Kísérlet miatt. A kísérlet végrehajtásának részletes tervei nagyrészt elkészültek, s ezeket a bizottság jóváhagyta. A Globális Légkörkutató Program egyik alprogramjaként fogadta el a bizottság a *Légáramlás hegységek fölött és körül* című kísérlet tervét, amelynek keretében az Alpok térségében kerül majd sor szorosan összehangolt nemzetközi kutatásra.

A szakmai-tudományos kérdések közül az éghajlat és változásai fokozottabb tanulmányozásának megszervezésével foglalkozott legtöbbit az ülés. Az Egyesült Nemzetek közgyűlésének felhívása nyomán a VII. WMO kongresszus tette meg az első lépéseket az éghajlatváltozások behatóbb vizsgálata céljából, s a kongresszus megbízása alapján a végrehajtó bizottság intenzív előkészítő munka után most fogadott el egy *Éghajlati Világprogram* tervezetet, melyet a részletek további kidolgozása után a VIII. kongresszus elé terjesztenek jóváhagyásra.

A program célja az éghajlat-változások okainak és következményeinek jobb megismerése, valamint az így szerzett ismeretek felhasználása a kormányzintű tervezés megfelelő területein. A program fő összetevői: a) éghajlati adatgyűjtés és az adatok felhasználása a társadalom időszéri problémáinak megoldásában, b) az éghajlat emberi tevékenységre gyakorolt hatásának tanulmányozása, c) az éghajlat változásainak és változékonyságának kutatása.

Ismeretes, hogy a WMO már régóta foglalkozik ezekkel a kérdésekkel, s az új program természetesen teljes mértékben felhasználja az eddigi tevékenység tapasztalatait és eredményeit, de egyben koordinálja és magasabb szintre emeli ezt a munkát. A program végrehajtásában a WMO együtt fog működni az

érdekelt egyéb nemzetközi szervezetekkel. Különösen szoros lesz a kapcsolat a Tudományos Uniók Nemzetközi Tanácsával (ICSU) s a term szerint egy 12 tagú közös WMO—ICSU tudományos bizottság irányítja majd a közös kutatásokat. Bár a végrehajtó bizottság alapelveként fogadta el, hogy a program végrehajtásába a lehető legnagyobb mértékben be kell vonni az érdekelteket, már fennálló testületeket, ugyanakkor azt is világosan kimondta, hogy az éghajlati világprogramnak saját szervezeti rendszerrel kell rendelkeznie; ebben az irányító szerepet valószínűleg a végrehajtó bizottságnak egy (később létrehozandó) kormányközi testülete fogja ellátni.

Az éghajlati és az éghajlatnak az emberiségre gyakorolt hatásával kapcsolatos tudományos problémák nagyszabású áttekintése céljából 1979 februárjában Genfben *Éghajlati Világkonferencia* ül össze.

A végrehajtó bizottság XXX. ülése nagy figyelmet szentelt az 1979. április 30. és május 26. között megrendezendő VIII. Meteorológiai Világkongresszusra való felkészülésnek. A bizottság — a WMO alapokmányában meghatározott feladatainak eleget téve — elkészítette a VIII. kongresszus napirendjét, és megvizsgálta a főtítkári program- és költségvetés tervezetét az 1980—1983 időszakra, amelyről a kongresszusnak kell majd döntenie. A tervezet rendkívül részletesen, mintegy 500 oldalas dokumentum formájában fejti ki a Világszervezet javasolt tevékenységét, és az ahhoz szükséges pénzügyi fedezetet, amely közel hetvenmillió amerikai dollárra rúg. (Az 1976—1979. időszakra a VII. kongresszus mintegy negyvenmillió dolláros költségvetést fogadott el.)

Ugyancsak a következő kongresszus elé kerül a bizottságnak az a határozata, amely a WMO alapokmányának megváltoztatását javasolja abból a célból, hogy Namibia (vagy a fölötte jogilag felügyeletet gyakorló ENSZ Namíbiai Tanács) a WMO tagjává válhassék.

A kongresszussal kapcsolatban a bizottságnak számos adminisztratív kérdésben is döntenie kellett. Ilyenek például: a dokumentáció formája és rendszere, tolmácsolási lehetőség a nem-hivatalos nyelveken, a munkabizottságok javasolt száma, meghívások kiküldése. Ez utóbbival kapcsolatban érdekességként megemlíthető, hogy a WMO-nak más szervezetekkel fennálló egyezményei értelmében, valamint más megmondások alapján nem kevesebb, mint 64 nemzetközi szervezet kap meghívást arra, hogy képviseltesse magát a kongresszuson.

A VIII. kongresszussal kapcsolatos fontos esemény volt az is, hogy *D. A. Davies*, a WMO jelenlegi főtítkára az egyik plenáris ülésen bejelentette: Kész arra, hogy jelenlegi megbízatásának lejárta (1979. december 31.) után továbbra is szolgálja a világszervezetet ebben a tisztségben.

Tölgyesi I.

Az 1908/09-es tanév kezdetén a Gömör megyei Uraj tanítójának fiaként kezdte meg életét *Béll Béla* s azóta 70 tanév során kezdődött újból a tanulás-tanítás és Ő is több, mint 60 éve meg-megújuló erővel kezdi és folytatja a tanulástól soha el nem választott munkálkodását, kutatást és tölti be a tanácsadó, irányító szerepet, a legmagasabb szintű tudományos szervezői tevékenységet.

A nyugdíjkorhatárt 6 évvel túllépve 1974 elején vált ki az aktív szolgálatból. Úgy tűnik, azért, hogy még aktívabb lehessen, mert amíg — ellentétben azzal, ahogy az ilyen helyzetben történni szokott — a nyugdíjba vonulása előtti évtizedek során évi átlagban két szakmai mű került ki a tolla alól, azóta pedig évente átlag négy tudományos tanulmány, dolgozat címe előtt vagy a végén olvasható a neve (1933—73 között, 81, 1974—1978 között 20 műve jelent meg). Ha az utóbbi években megjelent tudományos dolgozatait olvassuk, meggyőződhetünk, hogy a légáramlás ma éppúgy érdekli, mint régen. (A szélklíma jellegzetességeinek változása a magassággal Siófok térségében. A Balaton éghajlata, OMSZ Hiv. Kiadv., 1964, 62—69. old.) A légáramlás szerkezetének néhány jellemzője a Balaton fölött. U. o., 89—117. old. A domborzat áramlásmódosító hatása a Kárpát-medencében. (Meteorológiai Tanulmányok, N° 27, 1978, 1—25. old.) De kiterjesztve a kutatás méreteit, földi dimenzióit, ma is érdekli a tudománytörténet (Kopernikusz hatása a földtudományokra. Időj., 1974, 369—372. old.), egy-egy éghajlati sajátosság (A vénasszonyok nyara szinonimái az Északi-félgömbön. Légkör, 1975, 113—115. old.) vagy új elemként szakírói tevékenységében, tudományunk és a társadalom kapcsolata (Társadalmunk fejlődése és a meteorológiai kutatás kapcsolata. MTA X. Oszt. Közl., 1972. 267—272. old.). De mindezeknél jelentősebb az az aktív szellemi tevékenység, amely, sajnos ma még sem egyszerű, sem bonyolult statisztikai művelettel nem mutatható ki, amelyet *Béll Béla* az OMSZ tudományos tanácsadójaként, a TMB Földrajz-Meteorológia Szakbizottsága és a Magyar Meteorológiai Társaság elnökeként, az MTA levelező tagjaként, általában: a magyar tudományos közéletben felmerülő kérdések megválaszolásával, különböző szintű meteorológiai oktatási feladatok elvi megoldásával, a meteorológiához kapcsolódó közművelődési problémák megvilágításával, minden különösebb tisztség nélkül mint — bátran mondhatjuk — országosan ismert és elismert szakember kifejti, méginkább igazolja, hogy számára a nyugdíj évei nem a nyugalom, hanem a szakadatlan, lankadatlan és eredményes munka időszakát jelentik.

Jó előrelézést adott *Bodolai István*, amikor *Béll Béla* nyugalomba vonulásáról hírt adó

cikkében (Időj., 78. évf., 311–313. old.) ezt írta: „... nyugalomba vonulása munkásságának nem befejezését, hanem csupán más keretek közötti folytatását jelenti.” Így igaz! Valóban a keretek mások, de a közöttük folyó munka ugyanaz, mint 40, 20, vagy 5 évvel ezelőtt. Szívből kívánjuk, így legyen még sok évig s a keretek esetleges újbóli változtatását csak az Ő akarata szabja meg! Legyen hozzá egészsége, további munkakedve s legyenek mindig fiatalok, akiknek Ő fiatalosan adhatja tovább gazdag tudásának, tapasztalatainak kincseit.

Kéri M.

*

A COSPAR XXI. ÜLÉSE

A COSPAR (Committee for Space Research: Űrkutatási bizottság) idei ülését május 29. és június 10. között Innsbruckban tartotta, s ezen a magyar meteorológiai szolgálatról *Major György* és *Tánczer Tibor* hivatalos kiküldöttként, *Miskolci Ferenc*, *Molnár Gyula* és *Timon Ildikó* saját költségén vett részt.

A 21 évvel ezelőtt létesült szervezet tevékenységének fölfrissítése érdekében az ülés némi szervezeti változtatást tartott időszüknek. Eddig a szakmai munka a különböző tudományterületeknek megfelelő munkacsoportban folyt, pl. a VI. munkacsoport volt a meteorológia és a felszín vizsgálati összefogó szervezeti egység. A jövőben a műholdas és rakétás berendezésekkel külön munkacsoportok (panelek), a szakmai kérdésekkel pedig tudományos bizottságok foglalkoznak. A felszín megfigyelése (ittthon: erőforrásvizsgálat) és a meteorológia továbbra is egyazon tudományos bizottsághoz tartozik.

1980-tól kezdődően a COSPAR 2 évenként tart ülést, azonban a fő tudományos tevékenységet jelentő szimpóziumok és kollokviumok megtartására továbbra is minden évben van lehetőség. Az 1979. évi ülés Indiában, Bangalorban lesz, az 1980-as pedig Budapesten. A szervező az MTA, de nyilvánvaló, hogy a meteorológiai szimpóziumon az FGGE idején működő kozmikus berendezésekkel és rendszerekkel nyert első tapasztalatok kerülnének tárgyalásra. Ebben a témában számos élenjáró műholdas és rakétás mérőberendezést készítő és üzemeltető szakember várható a budapesti ülésre, ill. szimpóziumra.

Szimpózium a légkör szondázásáról

A COSPAR ülései egy hétig tartottak, míg a megelőző héten hat tudományos szimpóziumra került sor. A Nap–Föld fizikai kapcsolataival foglalkozó szimpóziumon is számos meteorológiai, sőt agrometeorológiai vonatkozású előadás hangzott el, számunkra mégis a *légkör műholdas szondázásának* eredményeit taglaló szimpózium volt a fontosabb; ezen *Mis-*

kolci Ferenc is tartott előadást. A háromnapos szimpózium fő tanulságai a következők:

a) A hőmérsékletszondázás egyre pontosabbá válik: részben a hőmérséklet értékek állnak közelebb a rádiószondával mértékhöz, részben a függőleges felbontás javul és egyre inkább képes adatokat szolgáltatni a felső légkörről is. A javulást a meglévő módszerek finomításával és nem új módszer bevezetésével érték el.

b) Az ózon mérésében szakadás van a felszínen mért *Dobson* adatok, a kémiai ózonszondák adatai és a műholdas adatok között. A mérés-technika fejlesztésével „össze kell őket hozni”. Erről külön megbeszélést tartanak 1980-ban Boulderban, az ózon-szimpózium után.

c) Az óceánok feletti szondázási adatok felhasználása a numerikus prognózisokban csak jelentéktelen javulást jelent, ezen belül a leg-sikeresebb a javulás a déli félgömbön. Úgy érzem, a hiba a prognózis modellekben van.

d) A műholdas adatok hasznosításában előretört a komplex és interaktív analízis technika. A teljes műholdas információ anyag digitális formában számítógépbe kerül és az analízist végző a céltől függően színes display-re kéri ki bizonyos sugárzási csatornák területi eloszlását, függőleges lokális vagy időbeli metszetét, és a kapott kép alapján dönt az újabb kikérendő anyagról, a különböző (látható-, infra-tartományú vízgőz, mikrohullámú) mérések kombinációjáról mindaddig, amíg egyértelmű nem lesz az analízis. Ettől a technikától nagyon le vagyunk maradva.

e) Folynak az elméleti elkészítő munkák az aeroszok bizonyos sajátosságainak műholdas szondázására.

f) A műholdas szondázás nagymértékben járult hozzá a sztratoszféra és mezoszféra megismeréséhez.

A COSPAR VI. munkacsoportjának ülései

A hivatalos ülések a munkacsoport jövőjével és bizonyos programokkal foglalkoztak elsősorban. A programok közül kiemelkedik a Föld-légkör rendszer sugárzásháztartásának mérésére irányuló terv: 1985-től kezdve tökéletesített mérőberendezéseket lőnek fel több műholdon az Egyesült Államokból; az előkészületek már most folynak. A felszíni méréseket is tökéletesíteni kell. Mivel vannak eredményeink a műholdas és felszíni adatok együttes felhasználásában, ezért bizonyos együttműködés részünkről is lehetséges.

A munkacsoport nyilvános ülései tudományos eredmények ismertetésére szolgálnak. Itt hallottunk az USA és a Szovjetunió meteorológiai rakétái összehasonlításának eredményeiről, megismerhettük a METEOSAT első méréseivel végzett vizsgálatokat, a Spanyolországban végzett rakétaszondázások első eredményeit és itt került sor e sorok írójának előadására is, valamint erőforráskutatási beszámlókra.

Az ülésen nyolc munkacsoportban és még néhány kooperatív program keretében folyó munkákról és tervekről esett szó. Ezek közül számunkra a legfontosabbak a következők:

a) A légköri optika munkacsoportja nemrég alakult, most méri fel a világban ebben a tárgykörben folyó munkákat. Mi az idén kezdjük meg ez irányú munkáinkat.

b) A légkör és a felszín-légkör rendszer sugárzásháztartásának kérdése itt is kiemelkedő szerepet kap, szoros a kapcsolat a COSPAR tevékenységével. Számos szakértői ülést terveznek.

c) Az egyik munkacsoport javaslatot tett a sugárzási terminológia és a mértékegységek homogén használatára. A javaslat nem aratott nagy tetszést, de kérnek mindenkit, hogy ezt a rendszert használja, elsősorban tankönyvekben.

A következő sugárzási szimpóziumot Fort Collinsban (USA) tartják, 1980-ban.

Major Gy.

*

BÁNKUTI JÁNOS 1913—1978

Bánkuti János az OMSZ nyugalmazott vezető technikus 1978. július 10-én váratlanul elhunyt. Több mint negyven évi szolgálat után 1973-ban ment nyugdíjba. Rövid pihenés után súlyos betegség tette kétségessé, hogy jut-e még számára néhány a jól megérdemelt nyugalom éveiből. Rendszeres sportolással edzett, fegyelmezett szervezete azonban legyőzte ezt a betegséget s joggal remélhette családja is, volt munkatársai, barátai is, hogy valóban a pihenés éveit jönnek. Nem így történt. Egy újabb, alattomosan, váratlanul támadó betegség egyik pillanatról a másikra végzett vele. 1913-ban született. Iskolái elvégzése után tényleges katonai szolgálatra vonult be s itt maradt — hivatásosként, meteorológus tiszthelyettesként — 1949-ig, amikor átlépett az OMSZ kötelékébe. Sokoldalú, jó munkabíró tagja lett a szolgálatnak. Munkájának maradandó dokumentuma az a sok magaslégtéri megfigyelési anyag, amelynek mérésében, begyűjtésében, feldolgozásában sikeresen és szorgalommal vett részt. Jó munkát végzett az ötvenes évek végén megindult Balaton-kutatásban is. A szolgálat sportegyesülete természetjáró csoportjának sok éven át vezetője, sok-sok sikeres túra szervezője, soha nem hiányzó résztvevője volt. Emlékét az OMSZ archívumában kézvonásai, a munkatársak, barátok emlékezetében pedig a jól és együtt végzett munka, a sok közös országjáró út személyéhez kapcsolódó élményei sokáig megőrzik.

Kéri M.

A MAGYAR FÖLDRAJZI TÁRSASÁG VÁNDORGYÜLÉSE

A Magyar Földrajzi Társaság június 30. és július 2. között tartotta Baranya megye és Pécs város tanácsával, valamint a TIT Baranya megyei szervezetével karöltve rendezett háromnapos pécsi vándorgyűlést. Ennek központi témájául ugyan a Társaság az aprófalvas Baranya és a nagyvárossá fejlődő Pécs településföldrajzi kérdését tűzte ki, ám a hagyományokhoz híven e központi témát a természeti és táj-földrajz egyéb érdekes kérdései foglalták méltó keretbe.

A budapest — pécsi útvonal első állomásán, pl. *Pécsi Márton* akadémikus a paksi híres löszfal rétegeinek tagozódását elemző újabb vizsgálatok eredményeit mutatta be, a Paks határában épülő atomerőmű építkezéseinek hatalmas méreteiről pedig a beruházók szakszerű tájékoztatójával kísért bemutató során kaphatott teljes képet a vándorgyűlés három és félszáz résztvevője.

Az első nap délutánjára a pécsi múzeumok látnivalóival, Pécs város képi fejlődésével s az antropogén környezeti hatások intenzitásával — helyi idegenvezetők kalauzolásával — ismerkedtek a résztvevők. A második nap délelőttjét az orosegyetem aulájában rendezett tudományos ülésszak töltötte ki. A mondanivalóval s időbeosztással egyaránt elismérésre méltóan jól gazdálkodó tíz előadás elemezte egyrészt a természeti-földrajzi adottságok szerepét a baranyai aprófalvak kialakulásában, másrészt a település-tervezés hierarchia kérdéseinek megvilágításában ezen aprófalvak jelenlegi helyzetét és jövőjét. Az előbbi szempontból ki kell emelnünk *Lovász Györgynek* és *Fodor Istvánnak*, az MTA Dunántúli Tudományos Intézet munkatársainak, az utóbbiból pedig *Földvári Jánosnak*, a megyei tanács általános elnökhelyettesének, valamint *Kolta János* ny. kutatóintézeti igazgatóhelyettesnek kitűnő előadását. E négy előadás — a többi értékes előadással együtt — a vándorgyűlés résztvevőinek túlnyomó többségét kitevő földrajztanárok számára szakszerűsége mellett is élményszerűen mutatta be Baranya példáján a természeti táj és e tájban élő ember, ill. társadalom tájalakító tevékenységét determináló kölcsönhatásokat.

A pécsi tudományos ülésszak befejeztével a vándorgyűlés délután Szigetvárra látogatott, ahol a vár védelmének történeti-földrajzi vonatkozásaival, ezt követően pedig a sellyei arborétummal s az Ormánság néprajzi érdekességeivel ismerkedett.

A harmadik nap ugyancsak gazdag programja délelőtt a villánykövesdi pincesor, majd a villányi szoborpark megtekintésével kezdődött, ezt pedig a sildósi vár és múzeum megtekintése követte. Kora délután a vándorgyűlés különleges érdeklődéssel várt programja, az Országos

Meteorológiai Szolgálat baranyai jégesőelhárító rendszere Tenkes-hegyi központjának bemutatása következett. Itt *Polgár Endre* főosztályvezető-helyettes tömör, világos szabadtéri előadásában ismertette az elhárító-szolgálat működését, amelynek eredményességéről egyébként *Földvári* tanácselnök-helyettes előző napi előadásában számszerű adatokat is hallhattak a résztvevők. Feszült várakozás közben, sűrűn kattogtak a fényképezőgépek, amikor az amúgy is zivatarral fenyegető időjárási helyzetben a jégesíra-magokat szállító rakéta látványos kilövésének bemutatásával zárult a vándorgyűlés Tenkes-hegyi látogatása, s ezzel a nagyszerű vándorgyűlés tartalmas szakmai programja.

Kakas J.

✱

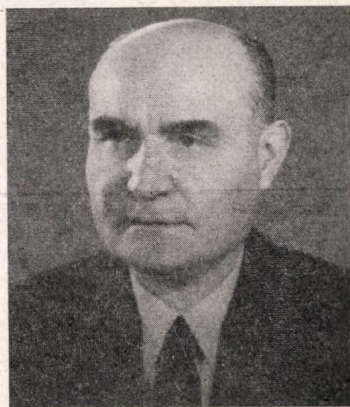
AZ MMT AGROMETEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLYÁNAK ELŐADÓI ÜLÉSE KESZTHELYEN

Az utóbbi években az Agrometeorológiai Szakosztály, előadói üléseinek egyikét valamelyik vidéki agrometeorológiai centrumban tartja meg. Ez módot ad a szakosztály tagjainak arra, hogy közvetlenül megismerkedhessenek az ott folyó kutatási irányokkal, de még lényegesebb szempont az, hogy a helyi szakemberek ily módon közelebbi kapcsolatba kerülhetnek az agrometeorológusok problémáival, megismerkedhetnek eredményeikkel.

Ez évben az Agrometeorológiai Szakosztály 1978. június 16-án Keszthelyen, az Agrártudományi Egyetemen tartotta előadói ülést, ahol *Nagymé Dávid Aranka* és *Pletser János* „Az időjárás és a műtrágyázás együttes hatása a kukorica evapotranszpirációjára, fejlődésére és terméseredményére” című előadása hangzott el. E kutatás a „Talajtermékenység fokozása alapvető irányok kidolgozásával” című országos szintű kutatási célprogram megvalósításához szolgáltat adatokat. A kutatások és kísérletek a keszthelyi agrometeorológiai kutatóbázis létrejötté óta pedig Keszthelyen folynak.

Az előadásban bemutatott eredményeket az 1973–77 közötti 5 évben végzett megfigyelések és kísérletek adatanyagának elemzéséből nyerték. A műtrágyázás hatását kukorica-állományban (MvSc—580) vizsgálták három különböző műtrágyadózis kiadagolása esetén. Az eredmények azt bizonyították, hogy a műtrágyadózis növelése fokozza ugyan a termésbiztonságot, ez azonban nem jelenti azt, hogy kisebb műtrágyaadagok esetén nem várható jó termés. Am ez utóbbi esetben a termés-eredményt jóval nagyobb mértékben megtekinthették a Keszthely határában levő Agrometeorológiai Kutatóállomást, ahol közvetlen benyomásokat szerezhettek a kísérlet folyamatáról és a kísérleti terület műszerekkel körütkéntően felszerelt voltáról.

Dunay S.



SIMOR FERENC 1901—1978

Változatos életpályát befutó, de változatlanul mindig az éghajlat jelenségeit figyelő, kutató ember élete ért véget Pécsen, 1978. május 28-án: *Simor Ferenc* nyug. tudományos főmunkatárs, a földrajztudományok kandidátusa elhunyt. Csendes, elmélyedő, szívósan dolgozó egyéniséggel a változatos életpálya azért fért össze, mert az éghajlatkutatás, amely tudományos munkásságának gerincét alkotta, ezáltal lett változatos. Az viszont, hogy 55 éven át változatlanul az éghajlat állt érdeklődésének középpontjában, éppen változatos életpályája következtében hozott gazdag, sokféle értékes termést.

Siklóson született 1901. november 26-án. Nem érettségivel, hanem a négy középiskola elvégzése után tanítóképzőben szerzett oklevéllel, tehát már egy képesített birtokában vágott neki a budapesti tanárképző főiskolának, ahol, 1923-ban a földrajz, a természetrajz és a vegytan tanítására jogosító polgári iskolai tanári oklevelet kapott. Első, nem publikált tanulmánya is ekkor készült el, amelyet a főiskola Eötvös József-pályadíjjal jutalmazott. Agrometeorológiai tárgya volt ennek az első munkának.

Ez az esemény volt változásokban gazdag életének a kezdete. Pécsen tanított és tanult, közben a már meglévő két szakképesítéshez megszerezte a harmadikat: tanítóképző intézeti tanárvizsgát tett. Tanulmányaiban az éghajlat központi helyen állt s a pécsi egyetemen megszerzett földrajzi diploma mögött szívósan elsajátított, sokoldalú meteorológiai-éghajlati ismeretanyag halmozódott fel benne. Ez már a negyedik szakképesítése volt. Reá igazán illett a latin közmondás: *Discendo discimus*: mert folytonos tanítás közben az egyetem földrajzi intézetének külső munkatársaként 1934-ben befejezte első éghajlati monográfiáját, a *Pécs éghajlata* című munka első kötetét. Ekkor

Szerezte meg az egyetemi doktori fokozatot is. (Ötödik diploma.) Három évvel később elkészült a pécsi monográfia második kötetével. Olyan tudománytörténeti értékű munka ez Pécsre vonatkozóan, mint *Róna Zsigmond: Magyarországi éghajlata egész hazánkra, vagy Réthly Antal: Budapest éghajlata a fővárosra nézve*. S ugyanúgy, mint ezek, ma is kincs-bányája napjaink feladataival foglalkozó fiatal kutatóknak. Közben a pécsi egyetemen a földrajz magántanára lett (1940), s hamarosan Kolozsvárra került, ahol a más éghajlat, a más természeti környezet új munkák elkészítésére ösztönözte. Ott látott napvilágot Erdély éghajlatát és mezőgazdaságát tárgyaló terjedelmes két tanulmánya.

Eddig sem eseménytelen élete a második világháború éveiben és különösen végén még gyorsabban változott s ekkor jelentkeztek családi életében is azok a tragikus események, amelyek kedélyét borongóssá, személyiségét még visszahúzódóbbá tették, munkakedvét szegték, de hamarosan erőt véve magán, az eddigieknél még elmélyültebb vizsgálatokat kívánó, elméleti éghajlati területekre irányították figyelmét: Homogentitás-vizsgálatok, advektív és helyben keletkező hatások a hőmérséklet alakulásában stb. Természetesen most is Pécs sok évtized alatt összegyűjtött s általa rendezett adatsora képezte munkásságának alapját. Újból itt, a Nagy Lajos gimnáziumban tanított, s külső munkatársa lett a Dunántúli Tudományos Intézetnek (1951). Közel 35 évi oktató munka után 1957-ben az intézet belső munkatársaként kizárólag kutatásnak szentelhetette munkaidejét. Ebben az évben lett kandidátus is. Abból a tapasztalattól kiindulva, hogy az éghajlatkutatásban, a Mecsekkel foglalkozóban is új, a tudomány és a népgazdaság szempontjából egyaránt hasznos eredményeket a korszerű kívánalmaknak megfelelő körülmények között gyűjtött új adatok birtokában lehetséges, a tanítás megszüntével benne felhalmozódott energiát modern, jól felszerelt, az országos hálózatba bekapcsolt misinai obszervatórium felépítését megelőző szervező, agitáló, különböző intézmények vezetőit meggyőző munkába kezdett. Szívóssága, fáradhatatlanul lelkes munkakedve teljes sikerrel járt: 1961-ben már a működő, jól berendezett, főfoglalkozású diplomás meteorológus vezetése alatt álló misinai obszervatóriumot elismeréssel tekintették meg a Magyar Meteorológiai Társaság vándorgyűlésére Pécsen összegyűlt meteorológusok, a rokontudományok képviselői, a városi és megyei vezetők.

Egészsége e szervező munka során megromlott, súlyos műtéten esett át, és bár betegségéből felgyógyult, sohasem lett újból igazán egészséges. Valószínűleg nem járunk messze az igazságtól, ha úgy véljük, hogy elsősorban az a családias viselte meg leginkább, amely azzal érte, hogy kedves obszervatóriumá-

nak működését néhány év után a pécsi televíziós adó építése előbb korlátozta, majd teljesen lehetetlenné tette. Meggyengült egészséggel újabb megoldásért már nem tudott harcolni, s ahhoz is, hogy újabb s egyben utolsó művének anyagát, melyet már korábban összegyűjtött, rendezett, szövegbe öntse, csak e megemlékezés írójának segítségével volt ereje. (*A Mecsek hegység éghajlata*, 1974).

Kitüntetésben, elismerésben, számos helyen és alkalommal részesült. Igen nagyra értékelte a Steiner Lajos-emlékérmet, melyet 1958-ban kapott a Magyar Meteorológiai Társaságtól. Munkájának elismerését látta a Társaság pécsi szakosztályának elnöki tisztében, majd nem sokkal halála előtt tiszteleti taggá történt megválasztásában. Az erről szóló oklevél volt talán az utolsó dokumentuma életének, amely tudatáig eljutott. Több mint félszázados meteorológusi tevékenysége „ércnél marandóbban” őriz emléket. Személyének emléke „csak” barátai, munkatársai, tanítványai emlékezetében él tovább.

Kéri M.

*

AEROLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK FELDOLGOZÁSÁNAK AUTOMATIZÁLÁSA

Hat szocialista ország meteorológiai szolgáltatásának képviselői gyűltek össze 1978. május 24 és 26. között Poprádon, hogy résztvegyenek az „Aerológiai megfigyelések és információk feldolgozásának automatizálása” címmel rendezett szimpóziumon. A magyar szolgálatot e sorok írója képviselte.

A résztvevők tizenhét előadást és beszámoltót hallgattak meg az aerológiai megfigyelések automatizációjáról, az aerológiai adatok minőségi ellenőrzéséről, az aeroklimatológiai információk gépi feldolgozásáról, valamint a számítástechnika eszközeinek felhasználásáról az aerológiai adatok feldolgozásához és elemzéséhez. Az előadók beszámoltak az aerológiai rendszerek automatizációjának jelenlegi állapotáról és fejlesztésük távlatairól. Szolgálatunk képviselője a rádiószonda mérések adatainak automatikus kiértékelésére irányuló elképzeléseinkről adott tájékoztatást. Az előadások és beszámolók élénk vitákat váltottak ki, amelyekben a szakértők megvitatták a konkrét módszertani, technikai és kiértékelési problémákat.

A szocialista országok meteorológiai szolgáltatásai többnyire már áttértek a Meteorit-RKZ rádiószonda rendszer alkalmazására, ezért a rádiószonda adatok automatikus kiértékelésének technikai alapja mindenütt azonosnak vehető. Eltérések vannak viszont az adatkértékelésre vonatkozó elképzelésekben. A rádiószondázó állomások száma lényeges meghatározó tényező az automatizáció egy konkrét változatának kiválasztásában. A résztvevők

megállapították, hogy határozott haladás és fejlődés történt az aerológiai rendszerek automatizációjában a négy évvel ezelőtt ugyanebben a témában rendezett legutóbbi szimpózium óta (Varsó, 1974. december). Kívánatosnak tartják viszont a fejlesztés meggyorsítását és összehangolását. A szimpózium résztvevői felhasználhatták az alkalmat az operatív munkában szerzett tapasztalatok kicserélésére is.

A vendégek végül megtekintették a nemrég épült poprádi aerológiai obszervatóriumot és az ott folyó munkát.

A legközelebbi szimpóziumot ugyanebben a témában két év múlva rendezik meg.

Lévai I.

*

JÉGVERÉS ELLENI VÉDELEM OLASZORSZÁGBAN

A magyar–olasz tudományos és műszaki együttműködésre vonatkozó egyezmény alapján e sorok írói 1978. június 26. és július 4. között tapasztalatszerét folytattak Rómában és Vicenzában a jégverés elleni védelem kérdéséről.

A megbeszélések június 27-én az UCEA-ban (Ufficio Centrale di Ecologia Agraria) kezdődtek. *E. Rosini* professzor, az intézet vezetője és tudományos munkatársai adtak átfogó tájékoztatást Olaszországban a jégveszély ellen a múltban és a jelenleg folyó védekezésről.

A jégveszély okozta károk erősen függnek a területegységre jutó termelési értéktől. Így Olaszországban, elsősorban a Pó-síkságon, évről-évre nagy károk keletkeznek, hiszen a zivatarfelhőkkel kapcsolatos jelenség a mérsékelt égöv alatt a nyári időszakban rendszeresen jelentkezik.

E károk elhárítására már akkor megkezdődtek a kísérletek, amikor a kellő tudományos ismeretek hiánya miatt a sikerre még nem lehetett sok remény. Ezek az erőfeszítések Olaszországban, más nyugati államokhoz hasonlóan profitszerű, kereskedelmi célokkal párosultak. Mindez arra vezetett, hogy a Pó-síkságon hosszú éveken keresztül „jégveszély-elhárító” rakéták tizezreit bocsátották fel; az ezekkel kapcsolatos kiadások megközelítették az évi 1 millió dollárt. Az alkalmazott „módszer” – a kis hatómagasságú, kristályosító anyaggal vagy robbanótöltettel ellátott rakéták függőleges irányban történő fellövése a zivatarfelhők közeledésekor, önkényesen kiválasztott időpontban – szakmailag megalapozatlan és tudományos ellenőrzésre alkalmatlan volt. Ennek ellenére a jégveszély ún. pontgyakorosságának aránylag kis értéke miatt a felhasználók (kisgazdák, parasztlak) többsége meg volt győződve az eljárás helyességéről. Így a módszer gyorsan elterjedt és sokáig fennmaradt.

E. Rosini professzor érdeme volt, hogy – hosszú felvilágosító munkája eredményeképpen – jelenleg már csak elvétve alkalmazták ezeket a rakétákat Olaszországban.

A jégveszély elleni védekezés tudományos módszerének kidolgozását – véleménye szerint – a megfigyelésnek kell megelőznie. Ez az oka annak, hogy az olasz kutatók – nemzetközi, francia–svájci munkacsoport keretében a jégveszély nagyság szerinti eloszlásának intenzív tanulmányozásával foglalkoznak. A zivatarfelhő és kísérő jelenségeinek sokirányú megfigyelését egyébként ez a kutatócsoport randomizált jégveszély-elhárítási kísérlet keretében végzi Svájcban.

A jégveszély nagyság szerinti eloszlása befolyásolja a mezőgazdaságban bekövetkezett károkat, ezért a jégveszély legjellemzőbb paramétere. Az adatokat részint ún. jégveszély-indikátorok, részint önkéntes észlelők által kitöltött formanyomtatványok útján szerzik be. Az előbbieket kb. 4/km² területi sűrűségben elhelyezett egyszerű felfogó felületek, melyeken a jégveszély méretükkel arányos lenyomatot hagynak és így utólagos kiértékelésre alkalmasak. A formanyomtatványokat önkéntes észlelőhálózat megfigyelői töltik ki a jégveszély különböző jellegzetességeit (időpont, időtartam, szélirány, szélsőségek stb.) tartalmazó információkkal.

Az UCEA az olaszországi jégveszély vizsgálata érdekében egy privát céggel (So. R. E. M. = Società Ricerche Esperienze Meteorologiche) is kapcsolatot tart fenn, amely Vicenzában néhány éve folytat jégveszély-elhárító tevékenységet. Megállapodásuk értelmében az UCEA a védett területen jégveszély-indikátor-hálózatot tart fenn, amelynek adatait elemezve ellenőrzi a védekezés hatékonyságát.

Június 28-án ezeknek az indikátoroknak a jellegzetességeit és az adatok kiértékelésének szakmai problémáit mutatta be *D. Vento* osztályvezető, június 29-én délelőtt pedig az intézet vezetőivel az együttműködés további lehetőségei kerültek megbeszélésre. Megállapodtak a közös érdeklődésre számot tartó kutatási témában (a jégveszély nagyság szerinti eloszlásának vizsgálata indikátor-adatok és vizuális megfigyelések útján), továbbá a munka elvégzéséhez szükséges szakembercserékben is.

Ennek keretében mindkét részről évente (1979-től kezdődően) egy-egy fiatal szakember dolgozik 4–8 héten keresztül a másik intézménynél, később meghatározandó feladatok megoldásán.

A magyarországi kísérleti jégveszély-elhárítás megtekintésére az OMSz meghívást küld *E. Rosini* professzornak és *D. Ventonak*; a átvizsgálásukra már 1978 őszén, várhatóan október elején kerülne sor.

Június 30-án és július 1-én Vicenzában tájékoztottunk a So. R. E. M. munkájáról, ill. szervezetéről. *Buscaglione* mérnök, a magán cég vezetője, részletesen beszámolt az eleinte csa-

padékkeltési kísérletekkel, jelenleg pedig jég-ésélhártással foglalkozó szolgálat munkájáról.

A védekezési módszer lényege: mesterséges jégképző magvak bejuttatása a zivatarfelhőbe fix (4 db) és mozgó (10 db) talajgenerátorok hálózata útján. Ugyanerre a célra öt kisebb és két közepes (kétmotoros) repülőgépet is alkalmaznak, melyek segítségével a zivatarfelhők alatt, fejlődésük kezdeti szakaszában kristályosító anyagot tartalmazó pirotechnikai „patronokat” égetnek el.

Bár a módszer szakmailag több szempontból is kifogásolható, a rendszer a megbízók (a megye hivatalos és magánszemélyekből álló „konzorciuma”) nyilvánvalóan megelégedésére működik. A hatékonyság számszerű megállapítására vonatkozó konkrét adatokat nem közöltek velünk. Ez a konzorcium évi 250 millió líra (kb. 30 000 dollár) összeggel finanszírozza a So. R. E. M. tevékenységét. Az UCEA a So. R. E. M. talajgenerátorai által efedett „védett terület” egy részén fenntartott indikátorhálózatot ellenőrzi, ill. adatait elemzi. Az eredményeket csak többéves statisztikai adatsorok feldolgozásával lehet majd megbízhatóan értékelni.

A magáncégnél tett látogatás során felvetődött az a korábbi szempont, hogy egyrészt a magyarországi jégésélhártó szervezet személynianyagi lehetőségeinek sokoldalú kihasználása érdekében, másrészt a potenciális gazdasági kihatások, ill. a különböző területeken jelentkező igények miatt nálunk is célszerű lenne a csapadékkeltési kísérleteket előkészíteni. Ehhez jó impulzust biztosítana *Buscaglione* mérnök meghívása, akinek az említett területen évtizedes gyakorlati tapasztalata van.

Rómába visszatérve, július 4-én délelőtt még sikerült az IFA (Istituto di Fisica dell' Atmosphere) szakembereivel találkozunk. A kutatócsoport előkészületeket tesz a Bologna környékére Veronából áttelepített meteorológiai radarberendezés adatainak számítógépes (real-time) feldolgozására. A munkálatokat amerikai szakember tervei alapján végzik a tényleges megfigyeléseket 1979-ben kívánják elkezdeni.

Kozák B. — Wirth E.

*

JÉGESŐ ELLENI VÉDEKEZÉS TUNÉZIÁBAN

M. Ayadi, a tunéziai meteorológiai intézet igazgatója 1977 októberében látogatást tett az OMSZ-nál. Ennek során megismerkedett egyes szakterületek munkájával, elsősorban az agrometeorológiai kutatásokkal és a jégeső elleni védekezéssel. Baranyai tartózkodása idején áttekintést adtunk a jégésélhártó szervezet felépítéséről és operatív működéséről, sőt tájé-

koztattuk a rendszer létrehozásának előzményeiről és az első eredményekről is.

Nyilván látogatásának volt köszönhető az a meghívás, melyet e sorok írója kapott egy tunéziai előadás megtartására. A nemzetközi szimpóziumot — melyen az előadás 1978. március 31-én hangzott el —, a meteorológiai intézet és az egyik legnagyobb tuniszi biztosító társaság kezdeményezte, illetve szervezte. (Az „Assurances Mutuelles” CTAMA — MGA-társaság profilja a mezőgazdasági termények biztosítása.) A szeminárium célja az egyes természeti csapások elleni védekezés lehetőségeinek megvitatása volt.

Az értekezletnek tulajdonított relatív fontosságot különböző jelek bizonyították: a mezőgazdasági miniszter — *Hassen Belkoudja* — megnyitó beszéde, a legjelentősebb termelők és biztosító társaságok képviselőinek jelenléte, a tv-közvetítés stb.

A külföldi előadók között ez egyik francia társaság küldötte a náluk alkalmazott mezőgazdasági biztosítási formákat ismertette, különös tekintettel a jégeső okozta károkra. (Ez a társaság támogatja pénzügyileg a Svájcban 1976 óta folyó, „randomizált” jégésélhártási kísérletet, amelyben francia és olasz kutatók is részt vesznek.) Római kiküldött számolt be a FAO-nak a témával kapcsolatos mezőgazdasági, jogi állásfoglalásairól, melyeket a különböző országokban hozott törvények figyelembevételével az utóbbi évek kongresszusain ismertettek, illetve vitattak meg. Ezután került sor előadásomra, melyet „Jégesők Magyarországon és a jégeső elleni védekezés kezdeti eredményei” címmel tartottam meg.

Az előadásokat követő hozzászólások, illetve viták (arab nyelven), a tunéziai szervezők és résztvevők intenzív érdeklődését tanúsították. A vitát a szimpózium után közösen készített jegyzőkönyvben rögzítették. A megbeszélés értékelése során a külföldi résztvevőknek határozott benyomása volt az, hogy a tunéziai biztosító társaság a kormány támogatásával már a közel jövőben vállalni fogja a jégeső elleni védekezés finanszírozását. Látszott azonban az is, hogy a bevezetésre kerülő módszerről és a szervezeti formákról egyelőre nincsenek kiforrott elképzelések. Nem lenne meglepő számunkra, ha a kormányzat, illetve a CTAMA-MGA — esetleg a FAO-n keresztül — valamilyen formában Magyarország (szolgáltatunk) segítségét is igénybe kívánná venni. Ezt mutatta az is, hogy a társaság egyik vezetője kifejezte azt a kívánságát, hogy Magyarországon tanulmányozhassa a mezőgazdasági kárbiztosítás elveit és strukturáját. (A látogatásra a közeljövőben valószínűleg sor kerül.)

Az értekezlet nyilvánvalóan elérte kitűzött kettős célját: a figyelem ráirányítását erre a gazdaságitunéziaiában is igen jelentős kérdésre; és azt, hogy ennek alapján kidolgozzák a döntéshoz szükséges változtatásokat az optimá-

lis megoldás kiválasztása érdekében. Megtisztelő, hogy a magyar meteorológiai szolgálat, ha csekély mértékben is, de részt vállalhatott ebben a munkában.

Az eredeti programon túlmenően az utolsó napon (április 1-én) sikerült meglátogatnom a korszerű tuniszi meteorológiai intézetet. Itt *T. Kechrid*, az újonnan kinevezett igazgató és munkatársai végigkálauzoltak a főbb osztályokon; a munkaterületek közül a legfejlettebbnek a nagy teljesítményű francia számítógéppel felszerelt előrejelző központ látszott.

A kétnapos afrikai tartózkodás legmaradandóbb személyes élménye a fejlődő, fiatal köztársaság mozgalmas élete és a különböző területeken dolgozó arab szakemberek rendkívüli szívélyessége és vendégszeretete volt.

Wirth E.

*

EGYÜTTMŰKÖDÉSI SZERZŐDÉS A KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATALLAL

Az OMSZ és a Központi Statisztikai Hivatal vezetői — felismerve azt, hogy az eltérő alapfeladataik ellenére a nagy tömegű adatok számítógépes kezelése és matematikai elemzése terén hasonló módszereket alkalmaznak és fejlesztenek — a szorosabb együttműködés és a tapasztalatok szervezett kicserélése érdekében szocialista együttműködési szerződést kötött.

A szerződés ünnepélyes aláírására 1978. július 7-én az OMSZ székházában került sor *Bálint József* államtitkár, a KSH elnöke és *Czelnai Rudolf*, az OMSZ elnöke részéről.

A szerződés értelmében a két intézmény munkatársai közös szemináriumokat, konzultációkat szerveznek, számítógépes programjait egymás rendelkezésére bocsátják, a nagy tömegű adatok feldolgozási módszereivel kapcsolatos tapasztalataikat kicserélik.

A szerződés végrehajtó intézményei a KSH Számítástechnikai Igazgatósága, ill. az OMSZ Központi Meteorológiai Intézete.

Ambrózy P.

*

KORMÁNYKITÜNTETÉS

Béll Béla akadémikus „munkaérendrend arany fokozat” kormánykitüntetést vett át 1978. október 2-án az MTA központi épületében. A kitüntetést *Czelnai Rudolf* akadémikus az OMSZ elnöke, az MTA X. Föld- és Bányászati Tudományok Osztályán, bensőséges ünnepség keretében adta át, s egyben születésének 70. évfordulója alkalmából is köszöntötte a kitüntetettet.

Lőrincz A.

ÉPÍTÉSZET—KLIMATOLÓGIAI ÉRTEKEZLET LENINGRÁDDBAN

A szocialista országok meteorológiai szolgálatainak küldöttei az *Építészeti tervezések számára alkalmazható klimatológiai paraméterek normatíva kézikönyve* című témában (RGKNIR 21.) második munkaértekezletüket tartották 1978. szeptember 19–22 között Leningrádban a Geofizikai Főobszervatóriumban. A témát koordináló szovjet szolgálat képviselőin kívül az értekezleten részt vettek a bulgár, az NDK, a lengyel és a magyar szolgálat delegátusai. Az üléseken *I. Kopanev* elnökölt. A magyar szolgálatot *Szalma Jánosné* és *Tatárné Szabó Éva* képviselte.

A munkatületek során az egyes országok küldöttei beszámoltak a három évvel ezelőtt vállalt feladatok teljesítéséről. Ennek során szó esett az építészeti vonatkozású éghajlati jellemzők mérési és feldolgozási módszereiről az egyes országokban. Megvitaták a szél-, a hó- és a zúzmara-terhelés klimatológiai paramétereinek számítási módszereit.

Egyre fontosabbá válik az elemegyüttesek komplex vizsgálata. Ezek közül is kiemelték a csapadék és szél (csapóeső), a hőmérséklet és nedvesség (korrózió) komplex vizsgálatát. Ez utóbbi feladat megoldásában a magyar szolgálat — a szovjet kutatási eredmények felhasználásával — is felelős szerepet tölt be.

I. Kopanev záróbeszédében a munkaértekezletet eredményesnek ítélte és megelégedését fejezte ki a témában közreműködőknek. Kiemelte a téma további művelésének fontosságán kívül azt, hogy tekintettel a gazdasági kapcsolatok egyre növekvő mértékére, törekedni kell a szocialista országokban az egyes paraméterek számítási módszereinek egységesítésére. A kölcsönös tájékoztatás érdekében a koordináló szolgálat javasolta, hogy a munkaértekezleteket a jövőben az eddigénél gyakrabban hívják össze.

Szucsák V

*

AGROMETEOROLÓGIAI TANULMÁNYÚT A SZOVJETÚNIOBAN

1978. augusztus 29-től szeptember 7-ig e sorok írója, mint a Központi Légekfizikai Intézet tudományos munkatársa, a TESCO szervezésében tanulmányúton vett részt a Szovjetunióban. Az út célja olyan agrometeorológiai modellek tanulmányozása volt, amelyekkel leírható a növények környezeti feltételektől függő fejlődése és a termés.

Az Ukrán Hidrometeorológiai Tudományos Kutatóintézet meglátogatása során *V. P. Dimitrenkó*, az Agrometeorológiai részleg vezetője ismertette az általuk használatos módszereket a meteorológiai tényezők és a termés közti kapcsolat meghatározására. Másrészt a

növényfejlődés és az időjárási elemek összefüggéseit leíró modelleket is bemutatott. N. K. Gojsza általános modellje a meteorológiai elemeken kívül, a termésmennyiségére ható agronómiai tényezőket is magában foglalja. Lehetőség nyílt az agrometeorológiai részleg egyéb kutatási tevékenységének megismerésére is. Így N. G. Setudko a különféle növényekkel s eltérő öntözővíz adagokkal végzett talajnedvességgel kapcsolatos vizsgálatokról adott tájékoztatást.

Moszkvában az Állami Hidrometeorológiai Hivatalban az obnyinszki Kísérleti Agrometeorológiai Intézet két munkatársa adott tájékoztatást az Obnyinkszban folyó kutatásokról. A. N. Polevoj, aki dinamikus termésmodellezzel foglalkozik, egyebek között ismertette a burgonya terméskialakulásának folyamatát és a termésmennyiségét közelítőleg leíró modellt. A Z. Antonovával folytatott beszélgetés témája az időjárás és a műtrágyázás közti összefüggések vizsgálata volt. Különböző nagyságú műtrágyaadagok hatékonyságát elemzik különféle időjárási helyzetekben. Kísérleteket folytatnak az optimális NPK szint meghatározására az egyes éghajlati körzetekben.

Walkovszky Attila

*

TANULMÁNYÚT A MOSZKVAI KÖZÉPTÁVÚ ELŐREJELZŐ OSZTÁLYON

1978 augusztusában a Központi Előrejelző Intézet középtávú előrejelző osztályának tudományos munkatársa, Maller Aranka Judit TESCO tanulmányúton járt Moszkvában, a Szovjetunió Hidrometeorológiai Központjában.

A tanulmányút célja a középtávú előrejelzési módszereknek az operatív szolgálatban való alkalmazásának, valamint a pentád- és dekád-előrejelzések népgazdasági felhasználási módjainak a tanulmányozása volt.

A moszkvai középtávú előrejelző osztály 3 napos, 5 és 10 napos prognózisokat készít. A pentád és a dekád előrejelzések jelenleg Kac módszerével készülnek, amely egy összetett előrejelzési módszer; felhasználja a hidrodinamikát, a szinoptikát és a statisztikát. Nagy súlyt helyez a szovjet szolgálat a számítógépre és a számítógéppel való közvetlen kapcsolatra.

A hidrodinamikai—szinoptikai—statisztikai módszerben kiindulási anyag a 72 órás AT 500 mb-os előrejelzési térkép, ennek alapján határozzák meg az elkövetkező időszakban uralkodó cirkulációs típust (Kac 5 féle cirkulációs formát állapított meg). A nyomásmező és a kiindulási hőmérsékleti mező szerkezeté-

nek a vizsgálata (természetes ortogonális összevetőkre való felbontása) során a számítógéppel előállított együttthatók segítségével, regressziós egyenletek megoldásával, s figyelembe véve az uralkodó cirkulációs típust, prognosztizálják az öt napra vonatkozó csapadék összeget, valamint a pentád- és a dekád-középhőmérsékleteket.

A moszkvai középtávú előrejelző szolgálat munkáját tanulmányozva megállapítható volt, hogy az előrejelzés numerikus és statisztikai módszerei nem válnak külön, hanem a numerikus előrejelzés eredményeit statisztikai és szinoptikus módszerekkel javítják, statisztikai prediktorokként pedig a numerikusan előrejelzett adatokat használják fel.

Maller A. J.

*

TRÓPUSI ÚTIKÉPEK KUBÁBÓL

Láng Sándor egyetemi tanár a Magyar Meteorológiai Társaságban június 8-án nagyon sok, szép diakkal kísért élménybeszámolót tartott kubai útról. Előadása sokkal többet adott a szép számú érdeklődő hallgatóságnak, mint amennyit előadásának címe ígért. Mert azonkívül, hogy valóban szép útiképeket mutatott be és sok-sok útiélményt mesélt el a gyakorlott népszerűsítő előadó, nemcsak érdeklődő, hanem igényes hallgatóságot főként azzal elégtette ki, hogy előadása Kubáról jól felépített, a természeti viszonyokat az alkotó tényezők között fennálló kapcsolatok logikai sorrendjében ismertető tudományos beszámoló is volt. Kellő részletességgel ismertette a szigetország fekvését, földrajzi helyzetét, geológiai felépítését, az ott annyira jellegzetes karsztjelenségeket s ezek között bőséges teret szentelt a meteorológiai viszonyok bemutatására. Az időjárás átlagos lefolyását elmondva, észrevétlenül ment át az éghajlat bonyolult szerkezetének megrajzolásába s ezen keresztül visszatért a kiinduláshoz: azokhoz a természeti földrajzi jelenségekhez, amelyek az éghajlat által determináltak (növényvilág, trópusi karsztformák stb.). A hurrikánokról mondtak inkább a népszerűsítő előadást igénylőkhöz szóltak, de a hozzájuk fűzött hidrodinamikai magyarázat már ismét tudományos színvonalú volt.

Az előadás a fenti szerkezet következtében — szokatlan hossza ellenére — végig lekötötte a hallgatóságot s mindenképpen megfelelt a társaság által nemrégben tiszteleti taggá választott Láng Sándor abbéli szándékának, hogy székfoglalóként ezzel köszönje meg az elismerést.

Kéri M.

MEGJELENT

az Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos kiadványaként
a Magyarország Éghajlata sorozat 10. száma:

A NAPSUGÁRZÁS MAGYARORSZÁGON 1958—1972

Szerkesztette: Dr. Major György

A 80 oldalas, 21×29 cm méretű sugárzási atlasz 65⁺többszínnyomatú térképen bemutatja a sugárzási összetevőknek (napfénytartam, teljes napsugárzás, szórt sugárzás, albedó és sugárzási egyenleg) havonkénti átlagos eloszlását az ország területén; ezzel párhuzamosan 24 táblázatban 12 állomáson a napsütés valószínűségének napi járását s az össz-sugárzás gyakorisági eloszlását, másik 24 oszlopdiagram a szórt sugárzás s a sugárzási egyenleg Budapesten mért napi értékeinek valószínűségét, gyakoriságát mutatja be. Külön érdeklődésre tarthat számot az a 48 diagram amely a napsugárzásból az épületek négy fő égtáj irányába néző függőleges felületeire jutó energiámnnyiség nap összegeinek havonkénti gyakoriságát, átlagát és szórását ábrázolja, ugyancsak a budapesti mérések alapján.

Megrendelhető az Országos Meteorológiai Szolgálat Gazdasági Osztályán,
Budapest, Kitaiabel Pál utca 1. 1024 Levélcím: Budapest, Postafiók 38. 1525

Ára: 110,— Ft

A KÖZELMÚLTBAN MEGJELENT METEOROLÓGIAI SZAKKÖNYVEK

1. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS KIADVÁNYAI:

- XL. kötet: **A Balaton éghajlata — A Balaton térségének éghajlati jellegzetességei, hő- és vízháztartása, bioklimája** (Szerk.: BÉLL BÉLA és TAKÁCS LAJOS). Budapest, 1974. 316 B/5 lap. Ára vászonkötésben: 150,— Ft.
- XLI. kötet: **A meteorológiai mezők statisztikai szerkezete** (Szerk.: CZELNAI, R., L. S. GANDIN, W. I. ZACHARIEW). Orosz és német nyelven. Budapest, 1976. 364 A/4 lap. Ára fűzve: 80,— Ft.
- XLII. kötet: **HAJÓSY FERENC, KAKAS JÓZSEF, KÉRI MENYHÉRT: A csapadék havi és évi összegei Magyarországon a mérések kezdetétől 1970-ig.** Magyar és német nyelven. Budapest, 1975. 356 A/4 lap. Ára fűzve: 520,— Ft.

2. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT KISEBB KIADVÁNYAI:

43. szám: **N. DÁVID ARANKA: Sugárzásháztartás a Fertő tavon** (Magyar és német nyelven). Budapest, 1977. 54 B/5 oldal. Ára fűzve: 25,— Ft.
44. szám: **MAJOR GYÖRGY—MISKOLCI FERENC—MOLNÁR GYULA: A légköri hőmérséklet műholdas szondázásának kutatása Magyarországon** (Angol nyelven). Budapest, 1978. 70 B/5 oldal. Ára fűzve: 25,— Ft.
45. szám: **TAKÁCS ÁGNES—TITKOS ERVIN: Az időjárás előrejelzésének komplex modellje** (magyar és angol nyelven). Budapest, 1978. 97 B/5 oldal. Ára fűzve: 25,— Ft.

*

Megrendelhetők

az Országos Meteorológiai Szolgálat Gazdasági Osztályán,
Budapest, Kitaiabel Pál utca 1. 1024. Levélcím: Budapest, 1525
Postafiók 38.

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

A szerkesztésért felel: dr. Szepesiné Lőrincz Anna

Szerkesztőség: Budapest, Kitaibel Pál utca 1. 1024

Levélcím: Budapest, Pf. 38. 1525. Tel: 353-500

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

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató



Athenaeum Nyomda, 78.0656 Budapest — Íves magasnyomás

Felelős vezető: Soproni Béla vezérigazgató

Előfizetés: 1 évre 48 Ft. Megrendelhető: Az Országos Meteorológiai Szolgálat Pénzügyi Osztályán,
Budapest, Kitaibel Pál utca 1. 1024. Levélcím Budapest, Pf. 38. 1525. Megjelenik kéthavonként. Egyes szám ára: 8 Ft

INDEX: 26 361

HU ISSN 0324—6329