

# METEOROLÓGIAI KUTATÁSOK MAGYARORSZÁGON A NEMZETKÖZI NYUGODT NAP ÉVÉBEN

BÉLL BÉLA

A FIZIKAI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

1957. július 1-én az egész Földre kiterjedő nemzetközi együttműködés indult meg a geofizika területén. A másfél évre tervezett megfigyelések és mérések célja a tágabb értelemben vett geofizikai jelenségek (beleértve a meteorológiai és hidrológiai folyamatokat is) egyidejű megfigyelése, összefüggésük vizsgálata, és kapcsolatuk kutatása volt extraterresztrikus hatásokkal (napaktivitás, kozmikus sugárzás stb.). Ezen utóbbi feladatra különösen kedvező volt a kiválasztott másfél év, mivel az 1957—58. évekre esett az elmúlt 200 év legintenzívebb naptevékenységének időszaka. Hasonló, de ennél jóval kisebb arányú nemzetközi geofizikai együttműködés volt 1882—83 és 1932—33 folyamán: az első, ill. a második Poláris Évben elsősorban a meteorológia, a földmágnesség, a tellurikus áramok és a sarkifénykutatás területén. A kutatások ekkor még az arktikus övezetre korlátozódtak. Az 1957—58. évi geofizikai együttműködés már 13 tudományterületet foglalt magában, és kiterjeszkedett az egész Földre. Éppen ezért a másfél éves időszak a „Nemzetközi Geofizikai Év” (NGÉ) nevet kapta.

Magyarországon a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával 7 tudományos intézet vett részt az NGÉ munkájában. A részletes programot annak idején a Magyar Tudomány [1] ismertette.

Az NGÉ szervezete felbecsülhetetlen mérési anyagot gyűjtött össze és rendszerezett a geofizikai kutatások számára. Az eredményekkel kapcsolatban elegendő a Tudományos Uniók Nemzetközi Tanácsa (ICSU) főtitkárának, VAN MIECHEM professzornak 1962-ben elhangzott értékelésére rámutatnunk, amely szerint az NGÉ legfontosabb eredményei közé sorolhatjuk az Antarktiszon megszervezett geofizikai állomáshálózatot, az első mesterséges holdak felbocsátását, nemkülönben az ICSU keretében működő 3 nagy nemzetközi bizottságnak megalakulását, amelyek az antarktisi (SCAR), a kozmikus térségben folyó (COSPAR) és az oceanográfiai (SCOR) kutatásokat szervezik és koordinálják. Az utóbbiakhoz sorolhatjuk a Nemzetközi Geofizikai Bizottságot (Comité International de Géophysique = CIG) is, amelynek célja a geofizika minden területét átfogó, nemzetközi tudományszervezés, koordinálás.

A geofizikai jelenségeknek a napaktivitással feltételezett kapcsolatára csak akkor kapunk szignifikáns eredményeket, ha ezeket a 11 éves napfoltciklus ellentétes fázisában, a naptevékenység minimumának éveiben ellenőrizzük. Ennek érdekében a CIG 1960-ban tartott ülése az NGÉ méréseinek megismétlését határozta el a naptevékenység minimumának időszakában.

A CIG 1962-ben tartott ülésén részleteiben is elfogadták az ún. Nyugodt Nap Évének (International Year of the Quiet Sun = IQSY) programját, és mérési időszakul az 1964. január 1 — 1965. december 31 közötti 2 évet jelölték meg.

Még az NGÉ alatt az európai-ázsiai szocialista államok részvételével megalakult a nemzetközi geofizikai együttműködés Európa-Ázsiai Régiója, amely J. BOULANGER szovjet professzornak, a Régió főtitkárának irányításával azóta is sikeresen koordinálja a Régió országainak geofizikai kutatásait. Az Európa-Ázsiai Régió 1963 októberében Budapesten tartotta VI. ülését s ezen megvitatták, majd kidolgozták a szocialista országoknak az IQSY keretében végrehajtandó munkaprogramját.

Magyarországon az NGÉ-hez hasonlóan 7 tudományos intézet: az Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, az ELTE Geofizikai Tanszéke, az MTA Csillagvizsgáló Intézete, Geofizikai Kutató Laboratóriuma, Központi Fizikai Kutató Intézete, Napfizikai Observatóriuma és az Országos Meteorológiai Intézet vesz részt az IQSY munkájában. A 7 intézet programját országos szinten a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (UGGI) magyar nemzeti bizottságának keretében szervezett munkabizottság koordinálja.

A következőkben azokkal a főbb kérdésekkel foglalkozunk, amelyek a geofizikai együttműködés kapcsán a meteorológia területén merültek fel, s azokat az eredményeket ismertetjük, amelyeket hazai vonatkozásban értünk el.

Az IQSY meteorológiai programját a Meteorológiai Világszervezet (WMO) munkabizottságai dolgozták ki, s azt a Világszervezet 1963-ban tartott kongresszusán elfogadták. A munkaprogramnak az a célja, hogy a maximális naptevékenység idején végzett méréseket 1964–65-ben megismételjék, az antarktisi meteorológiai hálózatot továbbfejlesszék, de ezen túlmenően kiterjesszék a meteorológiai méréseket a 20-km fölötti légrétegekre is. Ezt a törekvést az a kétségtelen tény indokolja, hogy a Föld légköre teljes kiterjedésében egyetlen fizikai egység, s az atmoszféra nagy térségű (geofizikai méretű) változásaiban minden légköri réteg kisebb vagy nagyobb mértékben részt vesz. A légköri dinamikának, termodinamikának fontos problémája az a kérdés, hogy a felső légkör, amelyben a külső hatások (ionizáció, sarkifény, ózonképződés stb.) még közvetlenül érvényesülnek, milyen kölcsönhatásban van az alsó légrétegekkel, különösen a földfelszín transzformáló hatásait tükröző, kb. 10 km magas troposzférával. Ezeket a kérdéseket az IQSY programja mindenekelőtt a legjelentősebb légköri energiaforrásnak, a napsugárzás energiafluxusának számba-

vételével közelíti meg. A légkörbe érkező sugárzási energiát a felsőbb légrétegekben a mesterséges holdak és meteorológiai rakéták mérik. Nem kevésbé fontos az a kérdés, hogy a Föld felszíne hogyan gazdálkodik az elnyelt sugárzási energiával, s a légkör termo- és hidrodinamikai folyamatait milyen energiakészletek biztosítják. Erre a célra szolgáltatnak adatokat a földi sugárzásmérő állomások, amelyek egyrészt a beérkező napsugárzás erősségét és napi energiaösszegét, másrészt a talajon transzformálódott sugárzási komponenseket és a talaj sugárzási mérlegét regisztrálják. Magyarországon az NGÉ és az IQSY alatt 13 olyan sugárzásmérő állomás működött, amelyek a beérkező sugárzási energiát regisztrálták [2] és 3 állomás létesült a talaj sugárzási mérlegének meghatározására. A nyert adatokat az egész Földről a leningrádi Világközpont gyűjti össze, és rendszerezve publikálja. A mérések az IQSY befejeztével sem szűntek meg Magyarországon, jól felhasználhatók a mezőgazdaság számára fontos hő- és vízháztartás-kutatásokban.

A sugárzási energia földi méretű számbavétele adja meg a fizikai alapot a légkör mozgásjelenségeinek, az általános cirkulációnak kutatására. Az elméleti meteorológia ún. barotrop és baroklin modellekkel, hidrodinamikai egyenletek útján közelíti meg ezt a fontos kérdést, az IQSY meteorológiai programja pedig tényleges, mért adatokkal járul hozzá az általános cirkuláció kutatásához. A légáramlás szoros kapcsolatban van a nyomás és a hőmérséklet térbeli eloszlásával, időbeli változásaival, az alsó légrétegben (a troposzférában) pedig a talaj közvetlen hatása (súrlódás, tenger és szárazföld hatása, orografikus hatás) is érvényesül. Az utóbbiak regionális méretekben koordinált kutatást kívánnak: így pl. az Alpok és a Kárpátok meteorológiai hatása értékes nemzetközi kooperációt indított el Közép-Európában (Alpi és Kárpát-meteorológiai konferenciák) a magyar kutatók tevékeny részvételével [3].

A helyi hatásoktól mentes sztratoszféra cirkulációja már méreteinél fogva is geofizikai jellegű probléma. Kialakulását globális méretű tényezők, pl. a hőmérséklet és a légnyomás meridionális változása szabályozzák, zavarait pedig külső kozmikus hatások is előidézhetik. A mérési adatokat 30–35 km magasságig léggömbbel felbocsátott rádiószondák szolgáltatják, a magasabb rétegekből (80–120 km) egyelőre még csak néhány országban használt meteorológiai rakéták útján kapunk adatokat.

Magyarországon két állomáson naponta 3–4 alkalommal bocsátanak fel műszeres léggömböket s kb. 30 km magasságig megméri a hőmérsékletet, a légnyomást és a szelet. Az adatokat a moszkvai Világközpont gyűjti össze. A nagy mérési anyag alapján a hazai kutatások az általános cirkulációnak olyan sajátosságaira irányulnak, amelyek Magyarország szélességi zónájában karakterisztikusak. Ilyen jellegzetességek a sztratoszféra alsó határának ingadozásai, az itt fellépő igen erős szél, az ún. futóáramlás (jet-stream), a felső sztratoszféra télvégi, ún. lezáró felmelegedése és légáramlásának tavaszi, őszi átváltódása.

A mérsékelt égöv uralkodó áramlása a talajtól felfelé haladva erősödik, s kb. 10 km magasságban maximumát éri el. A nálunk is rendszeresen megfigyelt szélmaximum [4] összefüggésben van a magasabb szélességek és a szubtrópikusok lapos, csőformájú futóáramlásával, amelynek erős, turbulens szele a légiforgalom biztonságán keresztül gyakorlati feladatokat ró az alkalmazott meteorológiára. Geofizikai jelentősége abban van, hogy a sztratoszféra alsó határának közelében kialakuló turbulens áramlás intenzív légcserét hoz létre a sztratoszféra és a troposzféra között. Ezen az úton magaslégköri ózon, a nukleáris kísérletekkel a sztratoszférába jutott radioaktív anyag a troposzférába s innnan a talajra kerül. Magyarország a mérsékelt övnek abban a zónájában fekszik, ahol a szélmaximum és a sztratoszféra alsó határa, valószínűleg egymással kölcsönhatásban nagy változékonyságot mutat, s a mérésekkel jól követhető [4]. A szélmaximum fölött csökkenő erősségű nyugati szél fölöttünk kb. 20 km magasságban minimumot ér el, télen innen kezdve felfelé erősödik, nyáron pedig felfelé ugyancsak erősödő, keleti szélbe megy át. A réteghatár fölött, 25—30 km magasságban télen nyugati, nyáron keleti szél fúj, s az áramlás átváltódása tavasszal és ősszel egyik évben határozottan, néhány nap alatt, máskor bizonytalanul, hetekre elhúzódva következik be. Az átfordulás fizikai oka a sztratoszféra ózonrétegének felmelegedése, amely nyáron a sarkvidéki hosszú nappalok miatt az egyenlítő felé irányuló hőmérsékletcsökkenést és keleti szeleket okoz. Az egyre fontosabbá váló magas ózon mérése Magyarországon csak 1966-ban indul meg, de a felső sztratoszféra szélviszonyait, különösen a cirkulációnak a tavaszi átváltódását rádiószondákkal az IQSY alatt is tanulmányozni lehetett [5].

Jóllehet az általános cirkulációban az atmoszféra minden mozgásjelensége egybekapcsolódik, mégis a légkör egyes tartományai a jelenség egészét tekintve különleges fontosságúak. Így került a kutatások előterébe a poláris években az Északi Sarkvidék, mint a kozmikus hatások (sarkifény, éjszakai világító felhők) sűrűsödési zónája, egyúttal a légtömegek transzformálódásának, lehülésének területe, hasonlóképpen az NGÉ alatt a trópusi öv, mint a passzátcirkuláció zónája. Ilyen kulshelyzete van a meteorológiában az Antarktisznek is. Az NGÉ-ben és az IQSY alatt mintaszerű nemzetközi együttműködés alakult ki az itt folyó kutatásokban. A nagyobb államok kutatóállomásaihoz csatlakoztak a kisebb országok kutatói, s a nehéz körülmények között végzett mérésekben valóban az egész haladó világ részt vesz. Magyar meteorológusok 1964-ben csatlakoztak a délsarki kutatásokhoz: a Szovjetunió Mirnij állomásán TITKOS Ervin, HIRLING György, jelenleg pedig BARÁT József kapcsolódtak be 1—1 évre az ott folyó munkákba.

A meteorológia újszerű, de nagyon fontos területe a felhő- és csapadékfizika, amely a mérés technika fejlődése, továbbá geofizikai és gyakorlati jelentősége révén került az IQSY programjába. A makroméretű felhőfizikai kutatásnak nagy lendületet adott a Tyros-típusú mesterséges holdak programja,

amelyben a felülről készült felvételek kontinentális méretekből mutatják a Föld felhőtakarójának eloszlását, változásait. Ebben a programban Magyarország, mint felhasználó vesz részt: a rendszeres felhőmegfigyelések pontosabbá tehetik az időjárás előrejelzését.

A felhőfizika másik ága, a felhő belsejében lefolyó mikroméretű jelenségek kutatása az elmúlt években Magyarországon is megindult, így lehetővé vált az IQSY programjához való csatlakozás. A gyakorlati feladat a felhőképződésben nagy szerepet játszó aeroszolok és jégmagvak koncentrációjának, fizikai jellemzőinek a talajon és repülőgéppel a magasban való mérése; a felhőelemek fejlődésének, növekedésének tanulmányozása, a csapadékvíz kémiai összetételének, radioaktivitásának vizsgálata, végül a zivatarelektromosság, általában a lélegektromos viszonyok kutatása. Az IQSY alatt nyert mérési adatokból, melyeket a moszkvai Világközpont gyűjt össze, több hazai feldolgozás készült. Ezek az aeroszol-koncentrációnak az időjárási elemekkel való kapcsolatával [6], a radioaktív aeroszol-koncentráció és a csapadék összefüggésével [7], egyes aeroszol-részecskék eredetének és a cirkuláció útján való terjedésének kérdésével [8], a csapadékvíz kémiai összetételével [9], a jégkristályok képződését elősegítő s valószínűleg kozmikus eredetű jégmagvak koncentrációjának mérésével [10] foglalkoznak. A zivatarok elektromos intenzitásának vizsgálatára ún. villámszámláló állomások létesültek, amelyeken hazai konstrukciójú műszerek [11] bizonyos körzetekben a villámkisülések számát regisztrálják.

Az ismertetett felhőfizikai kutatásoknak az IQSY programján túlmenően nagy gyakorlati jelentősége van a felhők mesterséges befolyásolása, a ködoszlatás, a jégeső-elhárítás vonatkozásában. Ezek a törekvések világszerte a légkörfizikai kutatások előterében vannak — egyelőre kevés pozitív eredménnyel. Közülük a légiforgalom szempontjából fontos ködoszlatásra és a jégeső-elhárításra vonatkozó kutatások hozhatnak legelőbb a gyakorlati életben felhasználható eredményeket.

#### IRODALOM

1. BARTA GY., BÉLL B., EGYED L., FLÓRIÁN E., SOMOGYI A.: Nemzetközi Geofizikai Év. *Magyar Tudomány*. 1957.
2. TAKÁCS L.: A teljes besugárzás 25 évi homogén adatsora Budapesten. *Időjárás*. 1965.
3. PÉCZELY GY.: Auswirkung der Nördlichen Karpaten auf die Strömungsverhältnisse im Raume von Ungarn. *Prispevok k. Meteorológii Karpát*. Bratislava, 1961.  
Einfluss der Karpaten auf die Witterungserscheinungen. Budapest, 1963.
4. BÉLL B.: Über den Einfluss der Alpen auf die Höhenwindverteilung in Westungarn. Bericht 8. Internat. Tagung f. Alpine Met. 1965. Wien.
5. BUCSY J.: A troposzfériai szélmaximumok előfordulása Budapest fölött. Beszámoló az 1964-ben végzett kutatásokról. Budapest (megjelenés alatt).
6. BORBÉLY E.: A tropopauza és a szélmaximum kapcsolata Budapest fölött. *Időjárás* 1966.

5. BÉLL B.: A sztratoszféra cirkulációjának tavaszi átváltódása Budapest fölött. *Időjárás*. 1965.
6. M. NAGY Á.: A légköri aeroszol-részecskék koncentrációjának kapcsolata az időjárási elemekkel. *Időjárás*. 1964.
7. SIMON A.: A csapadék hatása a mesterséges radioaktív aeroszol koncentrációra. *Időjárás*. 1964.
8. MÉSZÁROS E.: A légköri klorid-részecskék koncentrációjának évi menete. *Időjárás*. 1963.  
MÉSZÁROS E.: On the origin and composition of atmospheric calcium compounds. CACR Symposium, Visby, Sweden, 1965.
9. MÉSZÁROS E.: Összefüggés a csapadékvíz mennyisége és kémiai összetétele között. *Időjárás*. 1965.
10. WIRTH E.: A légköri jégmagvak koncentrációjának mérése. *Időjárás*. 1966.
11. GALLÓ V., MEZŐSI M.: Five channel transistorised lightning counter. *Időjárás*. 1966.