

A FELSŐLÉGKÖR SŰRŰSÉGINGADOZÁSAINAK VIZSGÁLATA
AZ ŰRKUTATÁS ESZKÖZEIVEL

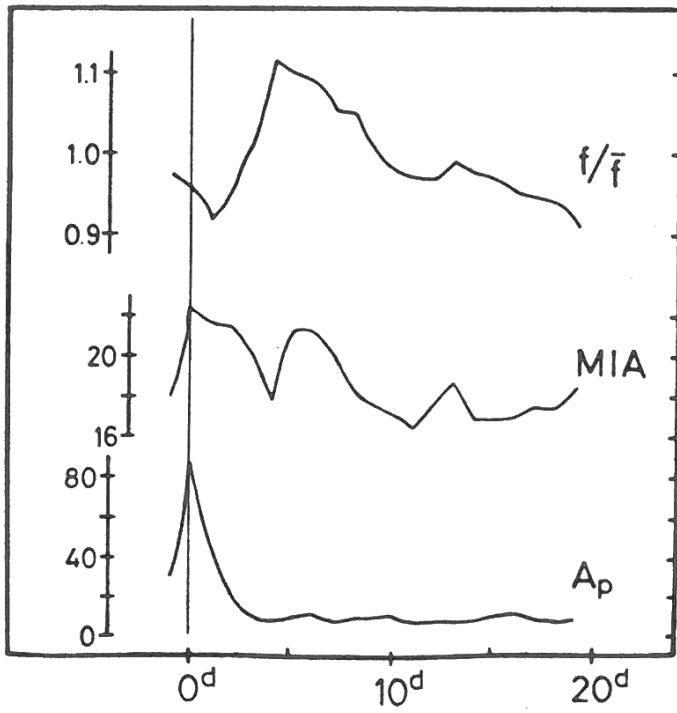
Almár Iván, Illés Erzsébet
MTA Csillagászati Kutatóintézet
1525 Budapest Pf. 67

Az átvonuló szputnyikok optikai megfigyelése 1958 januárjában kezdődött intézetünkben. Észleléseinkből speciális módszerekkel (1) levezettük a mesterséges holdak keringési idejének megváltozását, mely King-Hele elmélete (2) értelmében közvetlenül szolgáltatja a fékező semleges felsőlégkör perigeum-környéki sűrűségét (illetve a megfelelő exoszferikus hőmérsékletet). E 200 km fölötti magasságokra vonatkozó sűrűségadatok térbeli és időbeli változásait szisztematikusan egybevetettük a megfelelő modellértékekkel, és vizsgáltuk a félempirikus modellek (Jacchia modelljei, CIRA, DTM, MSIS) korlátait. Ezek a modellek abban egységesek, hogy mindegyikük ugyanazon indexeket használja a Nap elektromágneses, illetve korpuszkuális sugárzása által kiváltott gyors sűrűségeingadozások leírására; mégpedig az $S_{10.7}$ indexet (a Nap deciméteres rádiófluxusának intenzitását), illetve a K_p (vagy A_p) planetáris indexet.

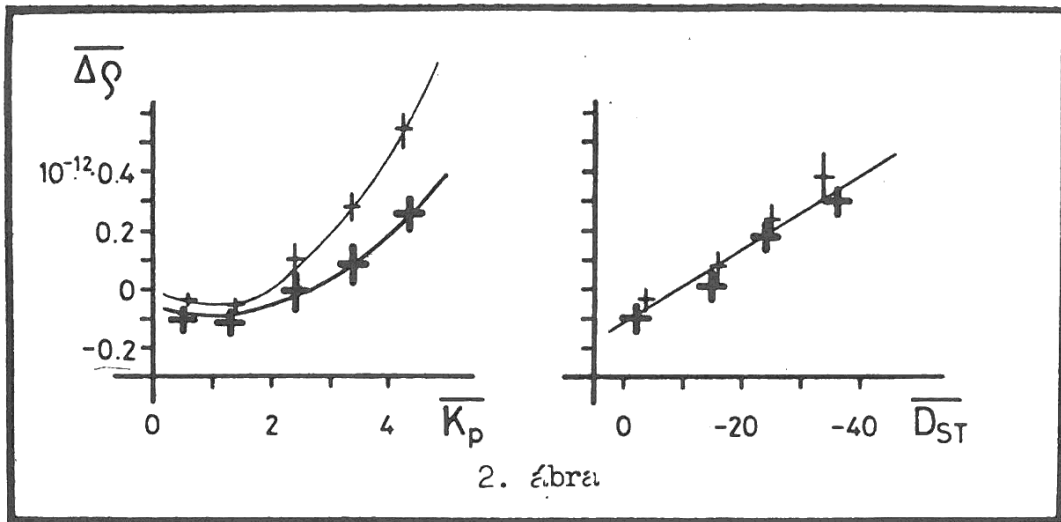
Speciális módszerekkel kapott eredményeink már a hetvenes évek elején jelezték, hogy a nemzetközi felsőlégköri modell (CIRA-72) 300 km magasságban a nagy geomágneses viharok idején erősen alábecsüli a légkör reagálását, a sűrűség időszakos megnövekedését (3,4). Kiterjesztve vizsgálatainkat később egy hét év anyagát tartalmazó nagyszabású feldolgozás során (melyben 59 hold mozgásának párhuzamos figyelése szerepelt) arra a váratlan következtetésre jutottunk, hogy a felsőlégkörben gyakran olyankor is tapasztalható többletfűtés, amikor az $S_{10.7}$ index nem jelez megnövekedett napaktivitást (5). Ez a többletfűtés $S_{10.7}$ azonban jelentős százalékban korrelált a Deep Riverben mért kozmikus sugárzási beütésszámmal (C_{DR}). A reagálás késésideje az eredeti anyag gyenge időfelbontása miatt C_{DR} nem volt tisztázható. Felfedeztük azonban, hogy nagy geomágneses viharok után 5-6 nappal a felsőlégkör még mindig gerjesztett állapotban van (vagyis a sűrűségi maximumot követő lecsengés lassú), noha közben a K_p index már a normális nyugalmi szintre csökkent (6). Mivel ez a jelenség hasonlít ahhoz, ami geomágneses zavarok után az ionoszférában tapasztalható ("ionoszférikus utóhatás"), az 1. ábra "f" görbéjén látható többletet "semleges légköri utóhatásnak" neveztük el, és kerestük azt a fűtési mechanizmust, amely a viharok idején működő, közismert aurora-fűtéstől függetlenül, néhány napnyi késéssel érvényesül.

A feldolgozást ettől kezdve Horváth András kollegával közösen végeztük. Az értelmezés munkájába bekapcsolódott Bencze Pál, az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetének munkatársa is.

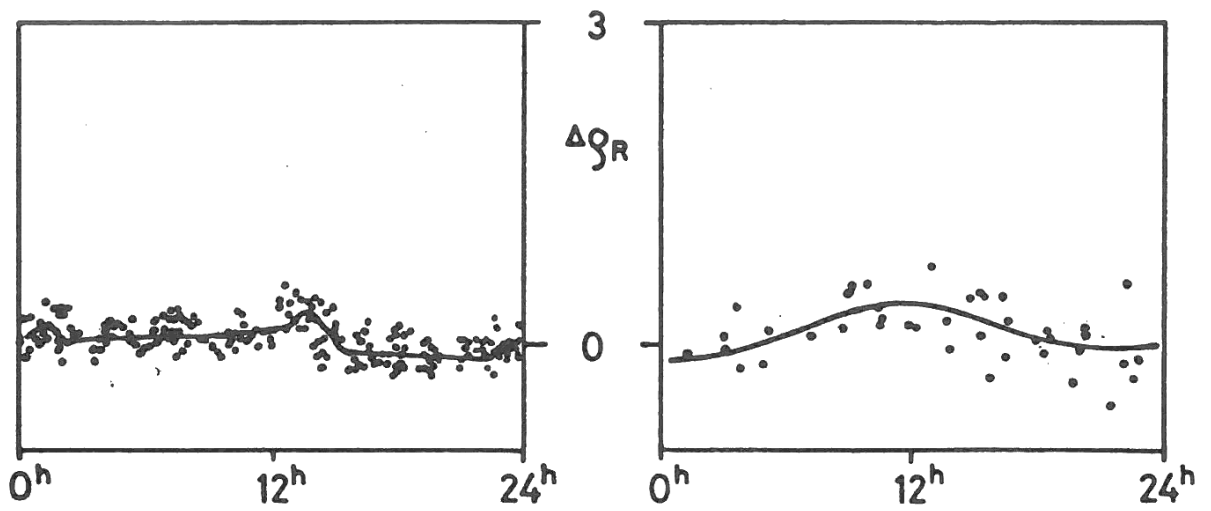
Időközben hozzájutottunk a CASTOR francia hold CACTUS nevű mikroakcelerométerének 1975-77 közötti méréseihez, melyekből meghatározott in situ sűrűségértékek az egyenlítő körzetében nagy pontossággal és kitűnő időfelbontással rendelkezésre álltak. A 400 és 403 km közötti magasságban egy 420 napos időintervallumban mért sűrűségértékeket egybevetettük a DTM modell megfelelő "nyugalmi" sűrűségadataival: $\Delta\rho$ (a mért sűrűség-



1. ábra



2. ábra



3. ábra

értékekből a $K_p=0$ -hoz tartozó "nyugalmi" modellértéket vontuk le). Ezután a vihar lecsengési fázisában talált többletfűtés analízise céljából külön vizsgáltuk $\Delta\rho$ függését $\overline{K_p}$ -tól a vihar utáni lecsengés fázisában (2. ábra baloldal, vékony vonal), illetve a többi időszakban a viharon kívül (2. ábra baloldal, vastag vonal). A függvény kétértékűsége igazolja, hogy K_p a vihar lecsengése időszakában nem tekinthető alkalmas indexnek. Minthogy ezuttal egyenlítő környéki mérésekről volt szó, megvizsgáltuk $\Delta\rho$ függését az egyenlítői gyűrűáram intenzitására jellemző \overline{Dst} geofizikai indextől is (2. ábra jobboldal). Mint látható a függés ebben az esetben egyértékű. A viharadatokat is tartalmazó ponthalmazra érvényes az alábbi lineáris képlet

$$\overline{\Delta\rho} = (-0.0125 \overline{Dst} - 0.110) 10^{-12} \text{ kg.m}^{-3} \quad /1/$$

Az /1/ összefüggés egy kiterjesztett 730 napos intervallumon belül igazolódott (7). Ez az eredmény arra utalt, hogy legalább részben a gyűrűáramból származó korpuszkuláris fűtés felelős a tapasztalt sűrűség-többletért. E fűtés természetesen viharok idején is működik, de hatását a közismert aurora-fűtésnek tulajdonították, mivel azt le lehetett írni a K_p -függés alakjának alkalmas megválasztásával.

Legújabb vizsgálataink az általunk felfedezett gyűrűáram-fűtés napszakos függésére vonatkoznak. Kiszámítva az /1/ lineáris képlettel javított modellértékek eltérését a mért értékektől ($\Delta\rho_R$), ábrázoltuk ennek függését a helyi időtől (LST). Eredményeink szerint a függés kétféle: lényegében két állandó értéket vesz fel a nyugalmi időszakokban, a lassan kezdődő viharok napjain és a lassú visszatérés fázisában (3. ábra baloldal); ugyanakkor szinuszos ingadozást mutat hirtelen kezdődő viharok napjain és a gyors visszatérési fázisban, vagyis viharok után közvetlenül (3. ábra jobboldal). Mindez mutatja a fűtési mechanizmus bonyolult csatolását a felsőléggkörrel, legalábbis az egyenlítői zónában, 400 km körüli magasságban.

Összegezve, e kutatások felhívják a figyelmet arra, hogy az aurora-zónákban jelentkező, és a modellekbe a K_p index révén beépített hagyományos fűtési mechanizmus mellett létezik egy másik korpuszkuláris fűtés is, mely az egyenlítő környékén jelentkezik, a gyűrűáramból származó részecskék okozzák, és \overline{Dst} a megfelelő indexe. Ez utóbbi felelős a légsűrűség általunk tapasztalt lassú visszatéréséért a nyugalmi állapotba geomágneses viharok után. E fűtés hatását az ismert felsőléggöri modellek nem veszik figyelembe.

IRODALOM

- 1 A. Horváth, E. Illés-Almár, in: Nabljugyényija ISzZ 9 277-283 Varsó 1970
- 2 D. King-Hele: Theory of Satellite Orbits in an Atmosphere, Butterworth London 1964
- 3 I. Almár, E. Illés-Almár, in: Space Research XI. p.975-979 Akademie Verlag 1971
- 4 I. Almár, E. Illés-Almár in: Space Research XIII p.363-368 Akademie Verlag 1973
- 5 E. Illés-Almár, in: Space Research XIX p.207-210 Pergamon Press 1979
- 6 E. Illés-Almár, P. Bencze, F. März, in: Nabljugyényija ISzZ 23 333-337 Prága 1984
- 7 E. Illés-Almár, I. Almár, P. Bencze, A. Horváth, COSPAR, Helsinki TMD 2.3.5 preprint 1988