

A NAPSZAKOS ÉS GEOMÁGNESES EFFEKTUS KAPCSOLATÁRÓL

Bencze P.,¹ Almár I.,² Horváth A.,² Illés E.,² Kolláth Z.²

¹MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, Sopron

²MTA Csillagászati Kutató Intézet, Budapest

BEVEZETÉS

A nagy időbeli felbontású akcelerométeres mérések lehetővé teszik, hogy a felsőlégkör sűrűségének rövidebb periódusú változásait is tanulmányozzuk, amelyeket a mesterséges holdak fékeződését optikai megfigyelésekkel vizsgálva nem lehetett meghatározni. Így egyrészt a francia CACTUS mesterséges hold akcelerométeres méréseinek elemzése lehetővé teszi, hogy a napszakos /napi/ változást, illetve az ennél rövidebb periódusú változásokat közvetlenül meghatározzuk, azok eredetét vizsgáljuk. Másrészt a semleges felső légkör sűrűségváltozásaival kapcsolatos vizsgálatok az utóbbi években, elsősorban kis szélességeken, olyan energiabetáplálási folyamatokra hívták fel a figyelmet, amelyek az egyenlítői gyűrűárammal függhetnek össze, és így indokolttá teszik a napi és ennél rövidebb periódusú változásoknak az újabb szempontokat is figyelembe vevő elemzését. Mindezt azzal a szándékkal, hogy a semleges felső légkör modelljeinek javításához, a mesterséges holdak pályaváltozásainak pontosabb előrejelzéséhez is hozzájáruljunk.

MÓDSZER ÉS ADATOK

A sűrűségváltozások elemzésénél azt a módszert követtük, hogy a mérési adatokat a DTM modell /Barlier et al. 1978/ alapján számított sűrűségadatokkal hasonlítottuk össze, azonban a geomágneses tevékenység hatását a DTM modell megfelelő kifejezése helyett a Dst indexszel vettük figyelembe. Ez jobb indexnek bizonyult a geomágneses effektus leírására, mint a modellekben használt Kp /Illés-Almár et al, 1980/. A mérések

és az ily módon kapott modellértékek közötti különbségeket vizsgáltuk, amelyek a modell tökéletessége esetén már semmi-féle függést nem mutatnának. A maradékértékek idősorát Fourier-analízisnek vetettük alá.

A vizsgálatban a kis hajlásszögű $/\sim 30^0/$ pályára állított francia CASTOR mesterséges hold 1975 júliusa és 1976 augusztusa közötti akcelerométeres mérési adatait használtuk, amelyeket később még egy éves megfigyelési sorozattal sikerült kiegészíteni. Mi a 400-403 km magasságban végzett méréseket használtuk fel. A mesterséges hold pályasíkjának lassu elfordulása következtében a mérések helyi ideje $/LST/$ csak lassan változott. Ezért az itt vizsgálni kívánt periódusok $/\sim 1 \text{ nap}/$ pontosabb meghatározása érdekében az idősort úgy hosszabbítottuk meg, hogy a még hosszabb periódusok kiszűrése után a felszálló ágban végzett méréseket a leszálló ágban kapott, és így más helyi időhöz tartozó adatokkal egészítettük ki.

A MARADÉKÉRTÉKEK SPEKTRUMA

A maradékértékek spektruma $/1. \text{ ábra}/$ több jellegzetes csúcst mutat. Ezek közül bennünket mindenekelőtt az 1 napos és a félnapos összetevő érdekelt. A maradékértékek spektrumában az 1 napos összetevő megjelenésének több oka lehet. Az első, amire gondolhatunk, az, hogy a DTM modell nem helyesen veszi figyelembe a sűrűség napi változását. Az eltérés másik oka az lehet, hogy a geomágneses tevékenységnek a Dst index által kifejezett, a helyi időtől független összetevőjén kívül egy, a helyi időtől függő része is van, és a maradékértékekben ennek a hatása tükröződik. Továbbá, hozzájárulhat a napszakos változáshoz a légköri ár-apály egy napos összetevője is, amely a félnapos komponens mellett különösen kis szélességeken juthat szóhoz. $/\text{Bár ezt az effektust a modellek a napszakos változással elvileg már figyelembe veszik.}/$ A kérdés eldöntéséhez a fázisviszonyokat kellene megvizsgálni, azonban a jelenleg rendelkezésre álló anyag még sok zavaró tagot tartalmaz, és az emiatt létrejövő nagy szórás a fázis pontosabb meghatározását nem teszi lehetővé.

A MARADÉKÉRTÉKEK SPEKTRUMÁNAK ÉRTELMEZÉSÉHEZ

A modellekbe beépített napi sűrűségváltozás energiaforrásának a Nap hullámtermészetű, vagyis elektromágneses sugárzását tekintik. A napi változás amplitudójának nem megfelelő figyelembevétele a modellértékekben a maradékértékek spektrumának 1 napos összetevőjénél olyan fázist hozna létre, amely ennek az energiaforrásnak, illetve az általa előidézett fűtési folyamatnak felel meg. Más fázisok is előállhatnak azonban, illetve magasabb frekvenciaként jelentkezhetnek, ha a napszakos effektus leírására használt formula nem megfelelően írja le az aktuális változás formáját, de az amplitudóját igen.

A másik lehetőséget, a geomágneses tevékenységgel való összefüggést tekintve abból kell kiindulni, hogy a geomágneses tevékenységnek, amelyet a Föld körüli térségben a Napból kiinduló részecskesugárzás inidkátorként alkalmazunk, a helyi időtől függő összetevője - esetünkben kis földrajzi szélességekről lévén szó - az egyenlítői gyűrűáram aszimmetriájával függ össze /Akasofu és Chapman, 1964/. /A geomágneses tevékenység helyi időtől függő összetevőjének másik forrása a sarki fény övezet, amelynek hatását kis szélességeken elhanyagolhatjuk./ Az egyenlítői gyűrűáram aszimmetriája egyrészt abból származik, hogy a magnetoszféra éjszakai oldalán a plazmarétegből injektált protonok közül sok a gradiens driftre visszavezethető, kelet-nyugat irányú longitudinális mozgás során nem kerül meg teljesen a Földet. Másrészt a mágneses erővonalmenti áramok vizsgálata azt mutatja, hogy a sarki fényövezeten belül a reggeli szektorban a nyitott erővonalak mentén a plazmarétegből az ionoszférába belépő, az esti szektorban pedig az ionoszférából a nyitott erővonalak mentén a plazmarétegbe kilépő Birkeland áramréteg /region I/ egyenlítői oldalán egy másik, a reggeli szektorban az ionoszférából kilépő, az esti szektorban az ionoszférába belépő áramréteg /region II/ helyezkedik el, amely az éjszakai oldalon részleges gyűrűáram formájában zá-

rédik /Schield et al. 1969; Stern, 1983; Iijima et al., 1988/ /2. ábra/. Harmadrészt az egyenlítői gyűrűáram intenzitását számottevően befolyásolhatja az a részecske-, illetve energia veszteség, amelyet a plazmaszférával való kölcsönhatása idéz elő. Ezt a gyűrűáramot alkotó, 10 keV nagyságrendű energiával rendelkező O^+ ionok és termikus elektronok, valamint szupratermális <1 keV O^+ ionok és termikus protonok közötti Coulomb ütközés, továbbá mágneses irányszög szerinti diffúzió hozhatja létre /Kozyra, 1988; Cornwall et al. 1970/ /3. ábra/. A plazmaszféra kiterjedése ugyanis aszimmetrikus, az esti szektorban /15-22 h LST/ fellépő kidudorodáson /bulge/ kívül a nappali és éjszakai oldal közötti aszimmetria is fellép /Decreau et al. 1982; Gringauz, 1983/. Ez a nappali oldalon az egyenlítői gyűrűáram gyengüléséhez, a geomágneses adatokban kimutatott aszimmetriához is hozzájárulhat. Az egyenlítői gyűrűáram és a plazmaszféra közötti kölcsönhatás kialakulásának azonban az esti szektorban, a plazmaszféra kidudorodásának tartományában a legnagyobb a valószínűsége. Geomágneses viharok idején az aszimmetria növekedéséhez az is hozzájárulhat, hogy az egyenlítői gyűrűáram középvonalának távolsága a Föld középpontjától csökken /Frank, 1970/. Így az egyenlítői gyűrűáram és a plazmaszféra közötti kölcsönhatás, tehát a gyűrűáram részecske-, - illetve energia vesztesége is intenzívebbé válhat.

A légköri ár-apály hullámok 1 napos összetevőjét - mint ismeretes - a troposzférában az infravörös sugárzás /0,9-6,3 μ közötti sávokban/ vizgőz által okozott elnyelődése, pontosabban az ennek következtében létrejövő periodikus felmelegedés okozza /1. táblázat/. Mivel az így keletkezett ár-apály hullámok csillapítása a sztratoszférában és a mezoszférában elhanyagolható, amplitudójuk a kinetikus energia állandósága miatt a magasság növekedésével exponenciálisan csökkenő sűrűség eredményeként a magassággal exponenciálisan növekszik. A termoszférában az alapáramlással és a légköri gravitációs hullámokkal létrejövő kölcsönhatás, valamint a viszkozitás szab határt az amplitudó növekedésének. A maradéktérspekt-rum 1 napos összetevőjéhez, ha csak kis mértékben is, az 1

napos árapályhullám is hozzájárulhat. A maradékértékek spektrumának fél napos összetevőjével kapcsolatban annak előidézőjeként a légköri ár-apály félnapos komponense jöhet számításba. A félnapos ár-apály hullámot - mint ismeretes - a sztratoszférában az ultraibolyasugárzás 200-370 nm közötti részének ózon által okozott elnyelődése gerjeszti /1.táblázat/. Az egy napos árapály hullámhoz hasonlóan a sztratoszférában és a mezoszférában a félnapos ár-apály hullám csillapítása is elhanyagolható, így amplitudója a kinetikus energia állandósága miatt a magassággal szintén exponenciálisan növekszik. A termoszférában ebben az esetben is a hullám és az alapáramlás, illetve a légköri gravitációs hullámok közötti kölcsönhatás, valamint a viszkozitás gátolja meg az amplitudó további növekedését.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink eredményét összefoglalva megállapítható, hogy az akcelerométeres mérésekkel nyert sűrűségadatok maradékértékspektrumának egy napos összetevője elsősorban az egyenlítői gyűrűáram aszimmetriájával függhet össze. Ezt alátámasztja az a tény is, hogy szétválasztva a méréseket egy geomágnesesen nyugodtabb $D_{st} > -15$ és egy zavartabb $D_{st} < -15$ csoportra, a Fourier analízis az 1 napos periódusú változás amplitudójának növekedését jelzi a zavartabb időben /1. b ábra/.

IRODALOM

- Akasofu, S.J. - Chapman, S.: Planet. Space Sci, 12,607 /1964/.
- Banks, P.M.; in: Solar System Plasma Physics II. /eds:C.F. Kennel, L.J. Lanzerotti, E.N. Parker/. North-Holland, Amsterdam, 1979. p.57.
- Barlier, F. - Berger, C. - Falin, J. - Kockarts, G. - Thuillier, G.: Ann. Geophys., 34, 9 /1978/.
- Cornwall, J.M. - Coroniti, F.V. - Thorne, R.M.: J. Geophys. Res, 75, 4699 /1970/.
- Decreau, P.M.E. - Beghin, C. - Parrot, M.: J. Geophys. Res, 87, 695 /1982/.
- Frank, L.A.: J. Geophys. Res, 75, 1263 /1970/.
- Forbes, J.M.: J. Geophys. Res, 87, 5222 /1982/.
- Forbes, J.M.: J. Geophys. Res, 87, 5241 /1982/.
- Gringauz, K.I.: Space Sci. Rev. 34, 245 /1983/.
- Iijima, T. - Potemra, T.A. - Zanetti, L.J.: Paper presented at the XVII th COSPAR meeting, Helsinki, 1988.
- Illés-Almár, E. - Almár, I. - Bencze, P. - Horváth, A.: Paper presented at the XXVII th COSPAR meeting, Helsinki, 1988.
- Kozyra, J.U.: Paper presented at the XVII th COSPAR meeting, Helsinki, 1988.
- Schield, M.A. - Freeman, J.W. - Dessler, A.J.: J. Geophys. Res, 74, 247 /1969/.
- Siebert, M. in: Advances in Geophysics, 7, Academic Press, 1961, p. 105.
- Stern, D.P.: Space Sci. Rev. 34, 317 /1983/.

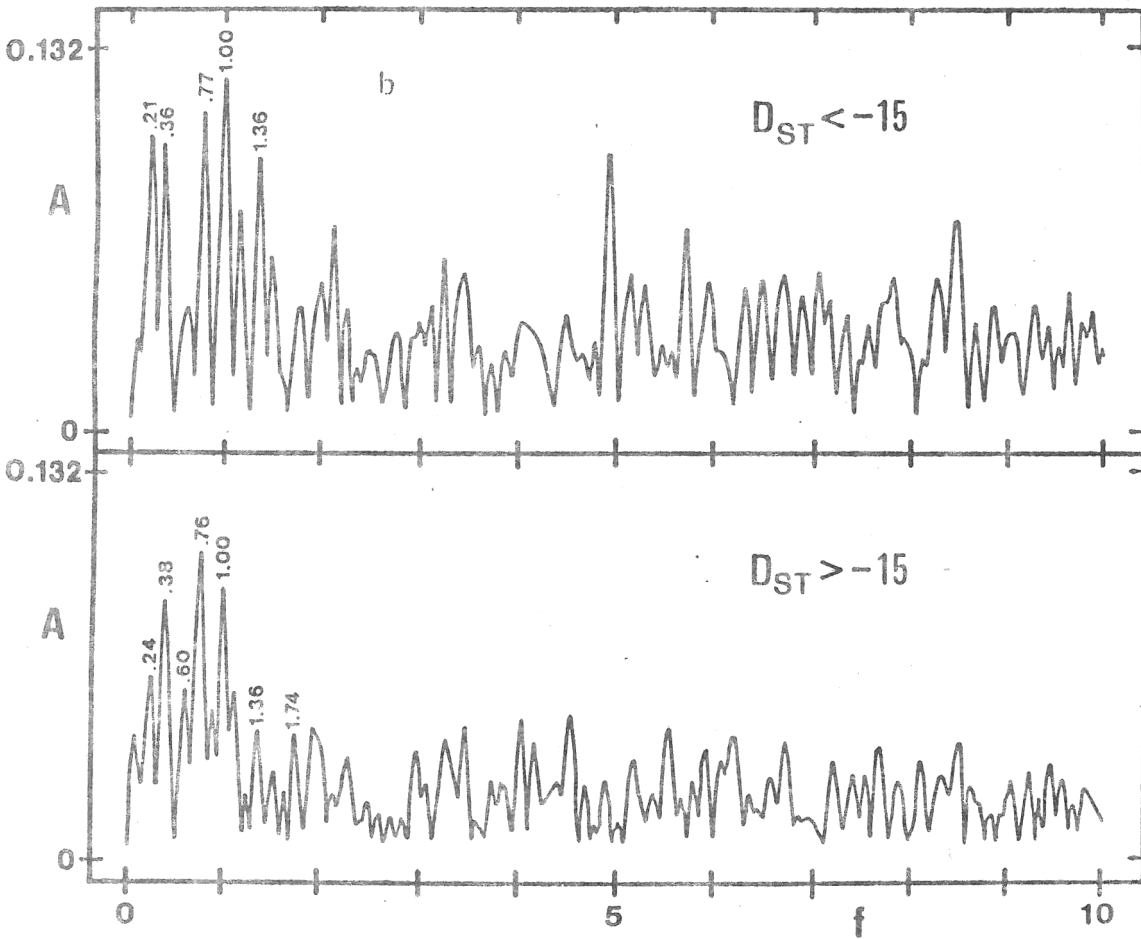
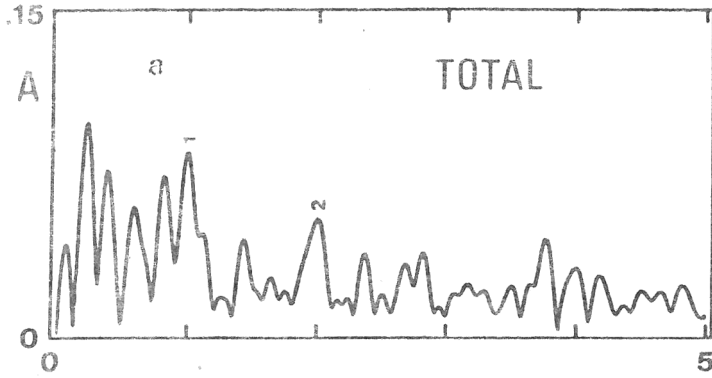
1. táblázat

Egy napos légköri ár-apály összetevő

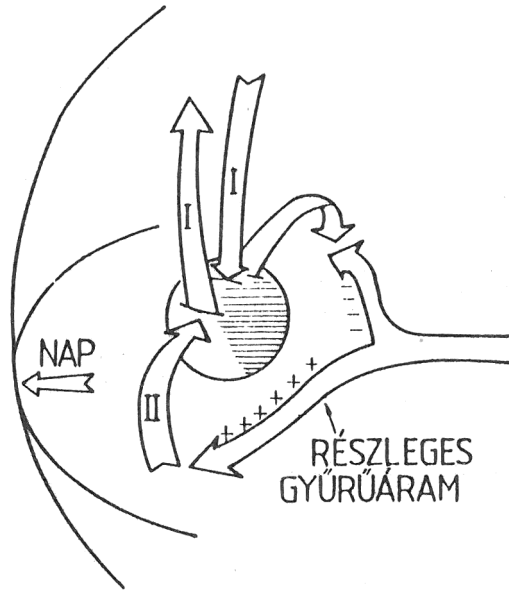
LST		0	1	2	3	4	5	6	7	8
hőmérséklet /K/		-101	-119	-128	-129	-121	-105	-82	-53	-20
LST		9	10	11	12	13	14	15	16	
hőmérséklet /K/		14	47	76	101	119	128	129	121	
LST		17	18	19	20	21	22	23	24	
hőmérséklet /K/		105	82	53	20	-14	-47	-76	-101	

Fél napos légköri ár-apály összetevő

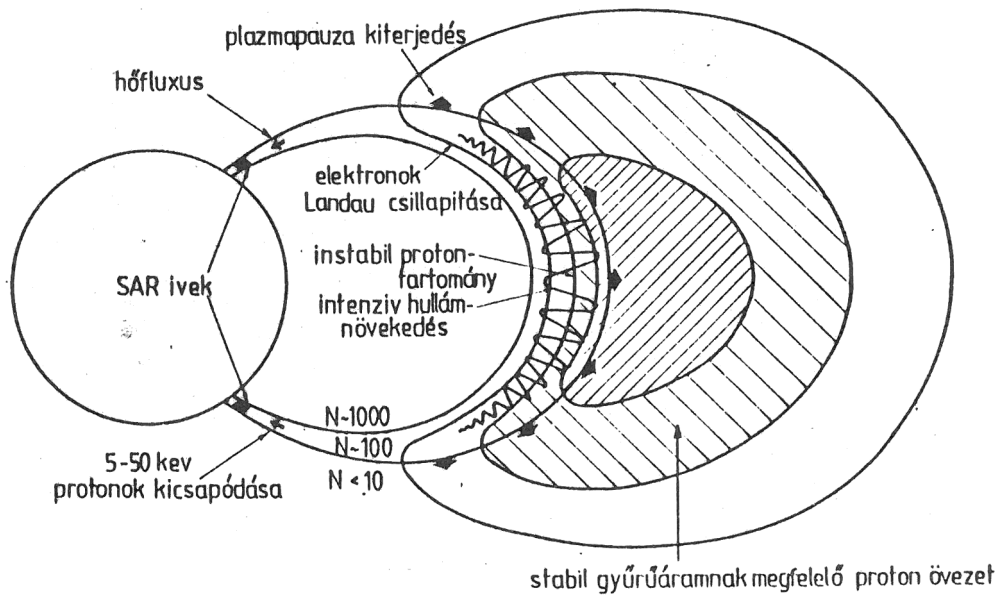
LST		0	1	2	3	4	5	6	7	8
hőmérséklet /K/		-60	-52	-30	0	30	52	60	52	30
LST		9	10	11	12	13	14	15	16	
hőmérséklet /K/		0	-30	-52	-60	-52	-30	0	30	
LST		17	18	19	20	21	22	23	24	
hőmérséklet /K/		52	60	52	30	0	-30	-52	-60	



1. ábra



2. ábra



3. ábra