

Napfizika űreszközökkel

Ludmány András

MTA KTM CsKI Napfizikai Obszervatóriuma

Az elmúlt évtizedekben a többi csillagászati kutatási területhez hasonlóan a Nap kutatása, észlelése is túlnyomórészt űreszközökre helyeződött át, de emellett a földfelszíni észlelések sem tűnnek, tűnhetnek el. A hazai napfizika természetesen nem vállalkozhat űrbe telepítendő műszerek fejlesztésére, de ezek méréseinek kiértékeléséből mi is ki tudjuk venni a részünket. Ez a beszámoló arról szól, hogy a Napfizikai Obszervatórium hogyan kapcsolódott be az űrben szerzett adatok kiértékelésébe.

Az űrbéli napfizika története az *OSO* (Orbiting Solar Observatory) sorozat 1962-es indításával kezdődik. A 60-as évek űreszközeinek rendszerint volt napfizikai vonatkozása, egy sor műszer között fluxgate magnetómetert és a napszél vizsgálatára alkalmas eszközöket vittek magukkal. 1970-ben bocsátották fel a *HELIOS* szondát, majd 1973-ban kezdődtek a *Skylab*-küldetések. Ez az űrlaboratórium már a nagy energiájú (extrém ultraibolya) tartományban érzékeny képalkotó műszert is vitt magával. Ezzel kezdetét vette a Nap észlelésének kiterjesztése minden olyan hullámhossztartományra és fizikai mennyiségre, mely lényeges a naptevékenység megértése szempontjából.

Vizsgálatok űreszközök adatain

A Napfizikai Obszervatórium űradatokra épülő első munkái az OMNI adatbázis felhasználásával készültek. Ez a hatalmas anyag a kezdetektől tartalmazza az egymás utáni – véges élettartamú – űreszközök mérési adatait, enélkül hosszú távú folyamatok vizsgálata elképzelhetetlen lenne. Ez a vizsgálatosorozat a geomágneses aktivitás féléves változásához hasonló ingadozást mutatott ki a geomágneses aktivitás és a földfelszíni hőmérsékletek korrelációjában, ami annak a jele, hogy az időjárásra nemcsak az irradianciaváltozás hathat, ahogyan ezt a többség tartja, hanem plazmaáramok is. Ennek további vizsgálata alapján készült az *1. ábra*, mely az interplanetáris mágneses tér komponenseinek éves változásait mutatja.

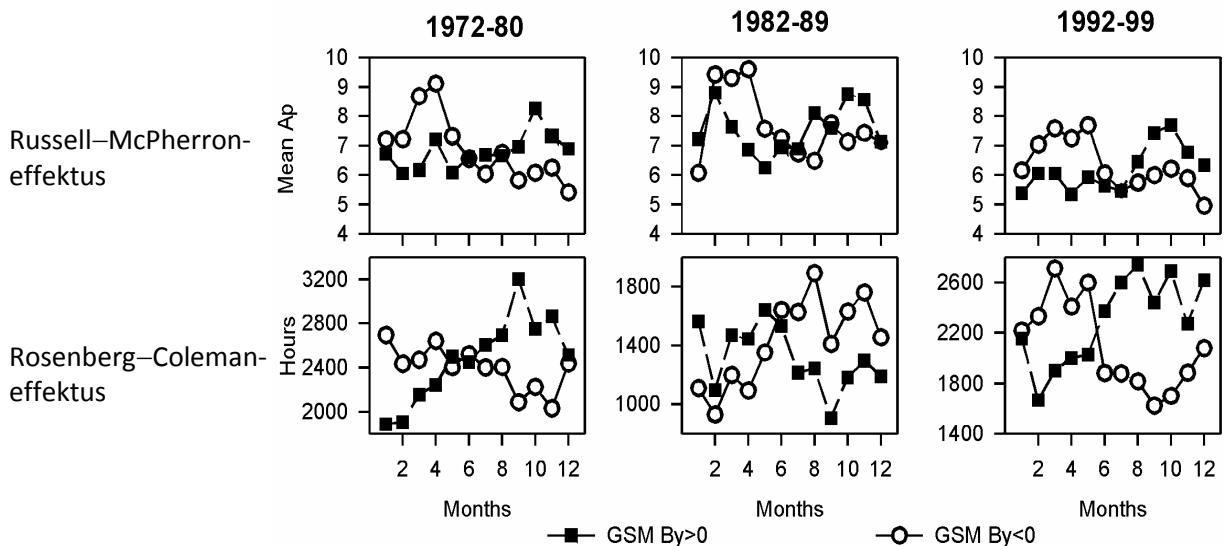
Napfoltadatok az űrkorszakban

A Napfizikai Obszervatóriumnak kezdettől legfontosabb célkitűzése a teljes napkorong rendszeres, fehér fényű észleléseinek gyűjtése, majd a *Greenwich Photoheliographic Results* (GPR) c. napfoltkatalógus befejezése (1986) után annak folytatása. Az évtizedek alatt kialakított módszertan és felgyűlt tapasztalat révén az obszervatórium legfontosabb produktuma, a *Debrecen Photoheliographic Data* (DPD) a legmegbízhatóbb napfoltadatbázissá vált. Világszerte több mint hetven obszervatórium foglalkozik napfoltadatok meghatározásával, de egyedül a DPD tartalmazza az összes folt és összes foltcsoport pozícióját és területét, ráadásul ezen adatok pontossága is a legnagyobb. Az anyag teljességre törekszik, ezért 16 obszervatóriummal állunk kapcsolatban, hogy ha Debrecenben vagy Gyulán nincs észlelés, akkor a hiányt pótoljuk.

A DPD – a GPR-hez hasonlóan – naponta egy időpontban rögzíti az említett adatokat, ezért értelemszerűen hosszú távú folyamatok követésére alkalmas. Ez természetesen generációkon keresztül folytatott tevékenység, miközben az észlelési technika és kiértékelési módszerek állandóan fejlődnek. A GPR évszázada alatt ez a fejlődés lassúbb volt, mi viszont mostanában lépünk abba a korszakba, amikor a munkához szükséges észlelések a földi távcsövek helyett egyre inkább az űreszközök műszereitől erednek.

Az első olyan anyag, mely teljesen űrbéli észleléseken, a *SOHO/MDI* műszer napkorongképein alapul, a *SOHO-Debrecen Sunspot Data* (SDD). Ez a munka az ESA támogatásával készült (ESA-

PECS C98017 projekt). A katalógus készültségi foka egyelőre nem éri el a DPD-ét, mert az automatikus kiértékelő szoftver csak az egyes foltokat tudja megtalálni, a foltcsoportok elkülönítéséhez jelentős emberi munka ráfordítása szükséges, ami ezen ismertető idején zajlik. Az SDD azonban így is tartalmaz egy fontos újdonságot: minden foltra megadja a mágneses terét is. Erre az ad lehetőséget, hogy a kontinuumképekkel szinte egy időben magnetogramokat is készít az MDI műszer. Ilyenformán az anyag már minden releváns adatot tartalmaz, és a foltcsoportok elkülönítése után a SOHO időszakra (1996-?) fog elkészülni az első teljes napfoltkatalógus. A 2. ábra egy aktív vidék SOHO/MDI kontinuumképét és magnetogramját mutatja megjelölve a katalógusba bekerült foltokat.



1. ábra. Az Ap index és az eltöltött órák száma a különböző előjelű By tartományokban. A két szélső oszlop éveiben a Nap és Föld mágneses dipóltere ellentétes, a középsőben párhuzamos. A szoláris plazmaáramok földi hatása bonyolult összefüggésben áll az általuk szállított mágneses tér topológiájával.

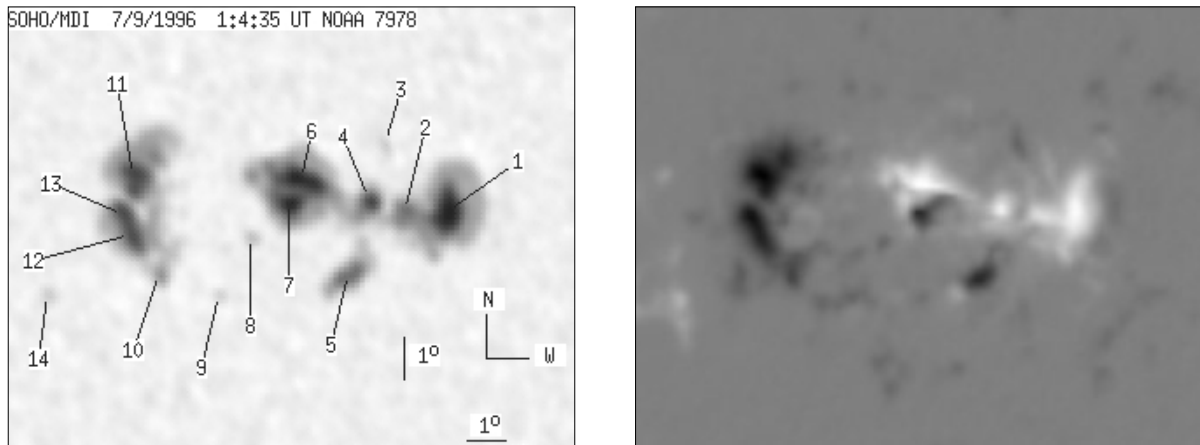
Ez a fejlemény időszerűvé teszi, hogy néhány észlelési stratégiai kérdést újragondoljunk. A leggyakrabban feltett kérdés az szokott lenni, hogy mi szükség van földi észlelésekre, ha vannak űreszközök is. Az űrbéli műszerek előnyei nyilvánvalóak: nem zavarnak a légköri hatások, nem szakítják meg az észlelést az éjszakák. Gyengéi között azonban meg kell említeni, hogy ha üzemzavar támad az űrlaboratóriumon, akkor hosszabb időre megszűnhet az adatgyűjtés, ez volt a helyzet a SOHO-val is hónapokig, továbbá a hosszú repülés során a műszerek degradálódása is problémát okoz. Ezért azt gondoljuk felelős hozzáállásnak, hogy amit lehet, azt kell is a földfelszínről észlelni, akkor is, ha van hasonló feladatú űrbéli műszer. Hosszabb távon az a munkamegosztás látszik kirajzolódni, hogy az űreszközök mellett a nagyméretű földi távcsövek végzik a nagy felbontású észleléseket, a kisebb távcsövek pedig a hosszú távú, szinoptikus észleléseket.

Az is fel szokott merülni, hogy a földi észlelések minősége rosszabb az űrbéliéknél. Ez azonos műszaki feltételek között mindenképpen így van, de érdemes összehasonlítani egy aktív vidék képét SOHO/MDI észlelésen és egy gyulai felvételen. A minőségbeli különbségnek az az oka, hogy a SOHO/MDI CCD detektorának mérete 1024x1024 pixel, tehát csak kb. 3-4 ívmásodperces alakzatokat képes felbontani, miközben a digitalizált debreceni/gyulai észlelések 8000x8000 képpontból állnak. Ezért a földi észlelések egyelőre versenyképesek az űrbeliéekkel. Jelenleg semmilyen forrásból nem elérhető 4000x4000 képpontos teljes napkorongészlelések, csak a debreceni DPD-honlapról.

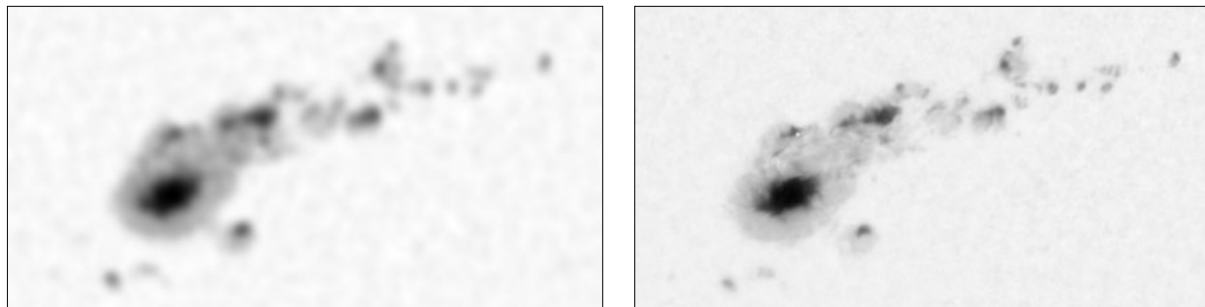
A Napfizikai Observatórium következő ESA-támogatású projektje (ESA-PECS 98081) már a következő generációs napészlelő műszeregyüttes, a Solar Dynamics Observatory (SDO) észleléseire fog épülni, a HMI műszer napkorong-képe 4000x4000 pixel méretű lesz.

Az mindenképpen megállapítható, hogy mostanában zajlik az a folyamat, melynek révén a napfoltadatok forrásai már a közeli jövőben is elsősorban, bár nem kizárólag, űrbéli észlelések

lesznek. A távlati cél az, hogy a naptevékenység legfontosabb jelenségéről, a napfoltokról a lehető legrészletesebb és leghosszabb adatsor szülessen, mely felöleli a történelmi észleléseket is Galilei óta. Ez természetesen megkívánja a különböző időszakokban született adatok homogenitásának vizsgálatát is.



2. ábra. Egy 1996. szeptember 7-i aktív vidék kontinuumképe és magnetogramja (SOHO/MDI).



3. ábra. Egy aktív vidék képe 1997. november 3-án, bal oldali kép: SOHO/MDI (13:27:34 UT), jobb oldali kép: MTA KTM CsKI Napfizikai Observatórium Gyulai Megfigyelő Állomása (13:31:53 UT).

Ebbe a folyamatba illeszkedik részvételünk abban az európai projektben is, mely a mi kezdeményezésünkre jött létre. A SOTERIA nevű FP7-es projekt a 2009–2011. évek legnagyobb európai Nap–Föld fizikai összefogását jelenti: 16 európai kutatóintézet alkotja a konzorciumot. A résztvevők kutatási profiljai lefedik a Nap fotoszférájától a kromoszférán, koronán, interplanetáris téren, magnetoszférán, ionoszférán keresztül a földi atmoszféráig terjedő tartományokat, és így nagy kutatási együttműködések formálódhatnak egyes eseménysorok komplex elemzésére. Ennek a közösségnek a Nap–Föld–fizika összes területére rálátása van, és a projekt az összes fontos, vonatkozó űrprogramban érintett. Két űreszközt (*CORONAS/SPHINX*, illetve *Proba2/Swap+Lyra*) konzorciumi intézetek készítették, melyeket a projekt indulása óta sikeresen pályára állítottak.

Ebben a projektben fontos feladataink vannak. Egyrészt teljessé tesszük az SDD adatbázist, másrészt szintén SOHO/MDI észlelések alapján készítünk egy teljesen újdonságnak számító katalógust, a fotoszferikus fáklyákról. Ez utóbbiak a szoláris irradianciaváltozások modellezésének régóta várt, fontos bemenő adatai, mivel e fáklyák a felelősek az irradiancia növekedéséért, míg a foltok a csökkenésért.

A napfoltkatalógus hagyományos (napi mintavételezésű) formája értelemszerűen hosszú távú jelenségek vizsgálatára alkalmas, gyors események elemzésére nem. A SOHO-ra épülő SDD katalógus azonban már óránként fog napfoltadatokat tartalmazni, ezért erre építve egy olyan

kockázatbecslő eszköz készíthető, mely regisztrálja azokat a gyors elmozdulásokat, melyek explozív eseményekhez vezethetnek. Ez remélhetőleg új lehetőséget fog nyújtani az előrejelzésekhez.

A fenti munkákhoz az alábbi űrfizikai projektek nyújtottak támogatást:

ESA PECS C98017 "SOHO/VIRGO,MDI - DPD catalogue studies";

ESA PECS C98081 "Production and cross-calibration of space-borne sunspot data";

FP7 grant No. 218816 "SOTERIA".