

BARANYI TÜNDE

Napkitörések

Második rész

Anagyon intenzív fler általában azt jelenti, hogy a mágneses struktúra nagymértékben átrendeződött a rekonnekció során. Az ilyen mértékű szerkezeti átalakulás gyakran azzal jár, hogy a mágneses fluxuskötegek jelentős része elkezd egy fel-füvődő buborékhoz hasonlóan felemelkedni a benne levő koronaanyaggal (vagy esetenként még a kromoszféra anyagának egy részével is) együtt. Végül a mágneses erővonalakkal átszőtt plazmafelhő ún. koronaanyag-kidobódásként (Coronal Mass Ejection, CME) kiáramlik a bolygóközi térbe. A **1. ábrán** látható képek szemléletesen teszik azokat a változásokat, amelyeket a felemelkedő CME a napkorongra vetülve okoz. Az első kép az SDO/

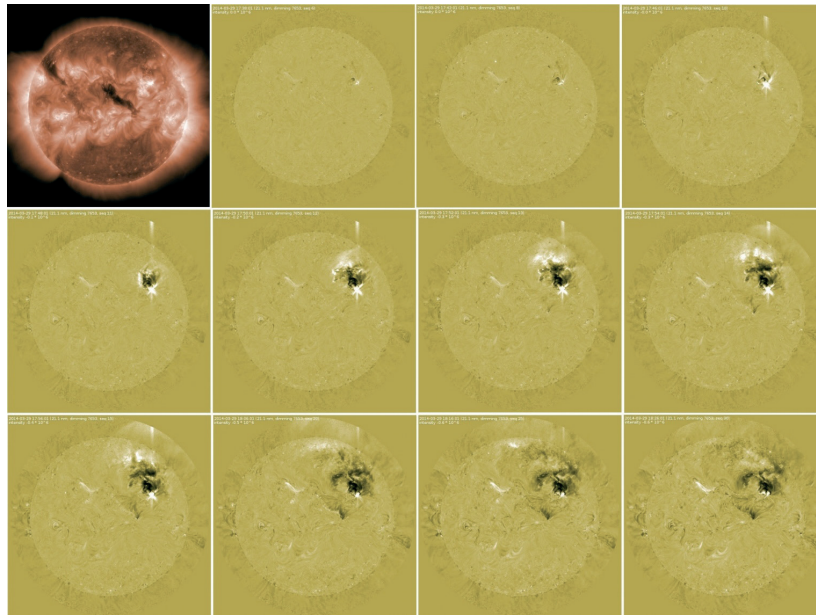
anyagfelhő világosabb és sötétebb részei által létrehozott intenzitásváltozást. Különösen látványos a CME által okozott intenzitásváltozás a második sorban, amikor a felhő már elég nagy ahhoz, hogy nagyméretű területen okozzon változást, de a tágulás miatt ritkuló anyag még elég sűrű ahhoz, hogy a sugárzási intenzitásra elég nagy hatása legyen. Az ábra jól érzékelteti a CME emelkedését, valamint a koronában a fler helyéről nagy sebességgel szétterjedő koronahullámot is, ami az utolsó képen már kb. a korong jobb felső negyed részére kiterjed.

„Felfüvődése” során a CME előbb-utóbb túlnő azon a méreten, amekkora még belefér a napkorongra méretezett látómezőbe. A kidobott anyag követéséhez olyan távcsőre van tehát szükség a CME követéséhez, amely nagyobb területet mutat a Nap körül. Ez azonban önmagában még nem elég, mert a látható fény tartományában az is akadályozza a CME további vizsgálatát, hogy az intenzíven sugárzó napkorong „túlragyogja” a halvány CME-t, aminek a fényét detektálni szeretnénk. Ezt a problémát úgy lehet megoldani, hogy a távcső optikai tengelyén megfelelő helyen rögzítenek egy korongot, ami a Napot és a túlságosan fényes közvetlen környékét kitakarja, így láthatóvá válik a korona Naptól távolabbi, halványabb része és benne a CME fénye is. Az ilyen típusú, speciálisan a napkorona észlelésére szolgáló távcső neve *koronagráf*.

Az 1996 óta működő NASA/ESA Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) űrszonda Large Angle and Spectrometric Coronagraph Experiment (LASCO) műszere két koronagráffal is észlelte ezt a CME-t eltérő méretű látómezővel. A kisebb látómezőjű a C2, a nagyobbik pedig a C3 jelű koronagráf. A **2. ábrán** a C2-vel készült észlelések sorozata látható 18:00-tól 19:36-ig 24 perces időközönként a képek között. A képek közepén a homogén piros kör a kitarakókorong, amibe beleszállították a fehér fényű napkorong méretének megfelelő fehér kört, hogy a méretarányok jól érzékelhetők legyenek. A 18:00-kor készült első képen lényegében még nem látszik a CME,

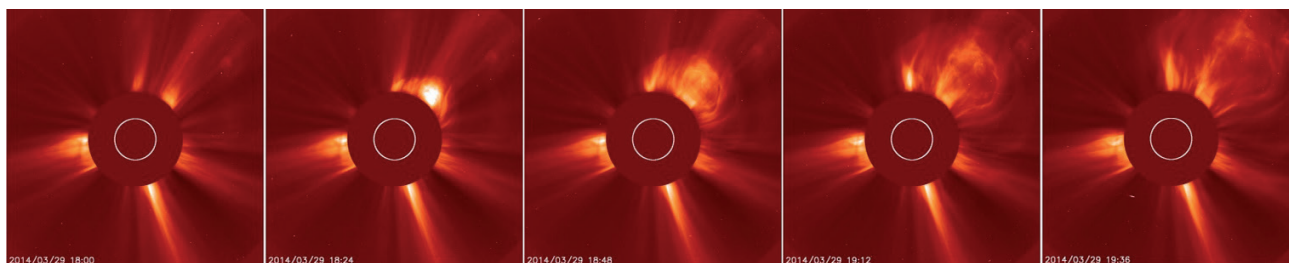
csak a koronának ebben a térrészben jellemző sugaras szerkezete látható, amilyen teljes napfogyatkozáskor is megfigyelhető. A következő képeken jól követhető, ahogy a CME „buborékja” növekszik, és 19:36-kor már eléri a látómező szélét. Ekkor átválthatunk a C3 észleléseire, amelyek a **3. ábrán** láthatók kb. 1 órás időfelbontással, és ezeken még másnap is egy ideig követhető a halványuló CME terjedése. (Ezekon a képeken is látszik a kitarakókorong benne a fehér „napkoronggal”, de emellett itt szembevetendő a kitarakókorongot tartó rúd is éppen a CME egy részét elfedve.)

A LASCO-éhoz hasonló koronagráfok észlelték ezt a CME-t a NASA Solar and Terrestrial Relations Observatory (STEREO) űr-

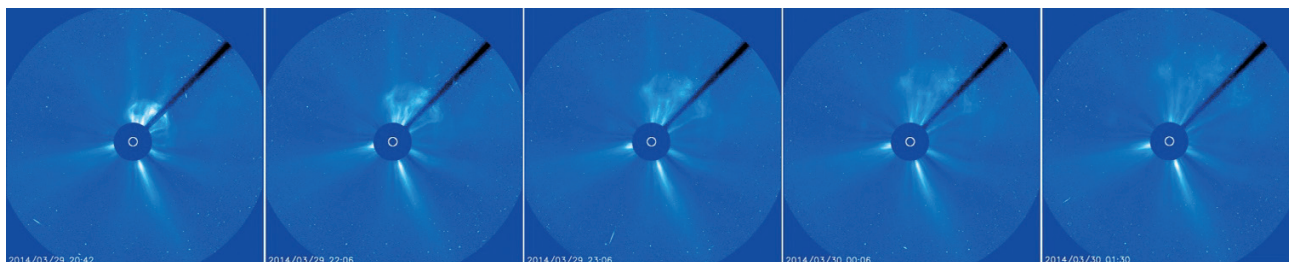


1. ábra. Az első kép SDO/AIA 211 Å-ös felvétele 17:48 UT-kor. A második képtől kezdve két 211 Å-ös észlelés különbségeként létrehozott differenciaképek láthatók 17:38-tól 18:26-ig (UT). Ezek a képek a fler után felemelkedő CME-t, valamint a nagy sebességgel szétterjedő koronahullámot emelik ki. Az időközönként két szomszédos kép között a felső sorban 4 perc, a középsőben 2 perc, az alsóban 10 perc (Forrás: NASA/SDO/AIA és Solar Demon/Dimmings)

AIA 211 Å-ös egészkorong-észlelését mutatja (17:48-kor), amelyen látszik a korona bonyolult szerkezete. Ebben a struktúrában nehéz észrevenni a kisebb változásokat, ezért azok vizsgálatához érdemes időben eltérő két kép különbségéből új képet alkotni. Az ilyen differenciaképeken azok a területek, ahol nem történt lényeges változás, semleges háttérrel alkotnak közepes intenzitással. Ehhez a háttérhez viszonyítva a gyorsan változó területek nagy intenzitáskülönbséggel jelennek meg, ezért jól tanulmányozhatóvá válnak. Az **1. ábrán** az első kivételével minden kép két 211 Å-ös, fler előtti és nem sokkal a kitérés utáni észlelés különbségeként létrehozott differenciakép, amely kiemeli a fler után felemelkedő



2. ábra. A SOHO/LASCO C2 koronagráfjával készült észlelések 18:00-tól 19:36-ig (UT) képenként 24 perces időközönbséggel. A képek közepén a napkorong ki van takarva, egy kör jelzi a helyét. Az egymást követő képeken jól látszik a CME terjedése (Forrás: SOHO/LASCO/C2)

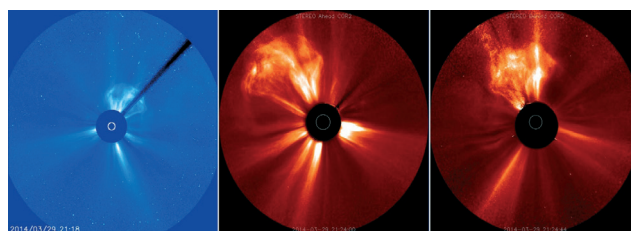


3. ábra. A CME terjedése a SOHO/LASCO C3 koronagráfjával készült észleléseken 2014. márc. 29-én 20:42-től 2014. márc. 30-án 01:30-ig (UT) képenként kb. 1 óráns időközönbséggel (Forrás: SOHO/LASCO/C3)

szondákon is. A STEREO két egyforma szondáját úgy állították pályára, hogy az egyik a Föld pályáján a Föld előtt (STEREO Ahead), míg a másik a Föld mögött haladjon (STEREO Behind). 2014 márciusában ez a két szonda már annyira eltávolodott a Földtől, hogy a Nap felszínének azon részeit is tudták vizsgálni, amelyek a Földről éppen nem voltak láthatók. Ez az elhelyezkedés lehetővé teszi, hogy a CME-eket három dimenzióban észleljük. A 4. ábra azt mutatja, hogy milyenek látszott a CME 21 óra 20 perc körül három különböző irányból fényképezve. Az első képet a LASCO/C3 készítette, ami a Földével megegyező irányból látja a Napot. A második a STEREO-A SECCHI műszerének COR2 koronagráfjával készült. A STEREO-A kb. a Földdel átellenes irányban volt a Nap túloldalán, ezért a CME alakja éppen az első felvételen látszó tükörképének tűnik. A STEREO-B viszonylag közel volt a STEREO-A-hoz, de ahhoz elég messze, hogy a hurokszerű CME-re más szögből lásson rá. A STEREO-B COR2 koronagráfja úgy mutatja a CME-t (jobbra), mintha a hurok közelebbi szára majdnem takarná a távolabbit. (2014. október 1-je óta nem sikerült hasonló hármas észlelést készíteni, mert akkor megszakadt a kapcsolat a STEREO-B-vel.)

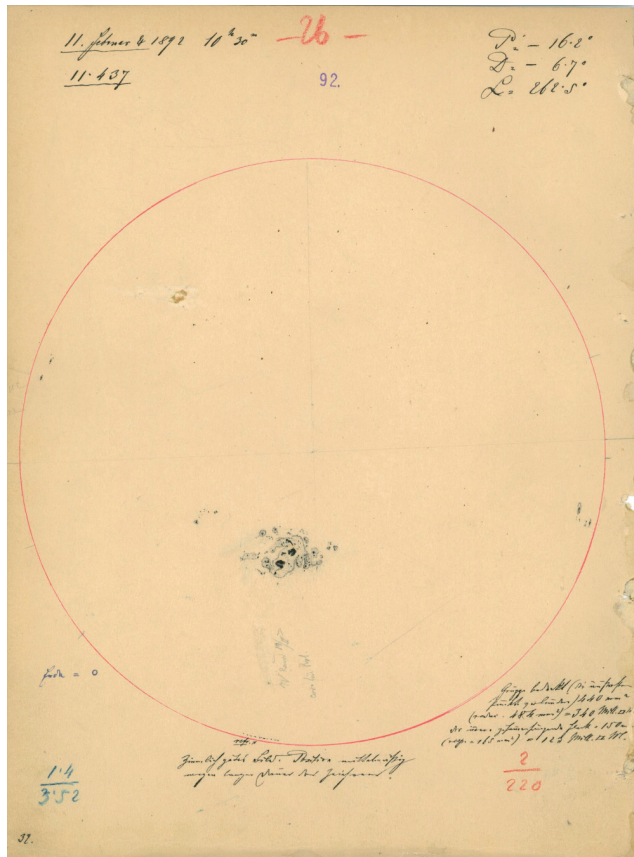
A CME-ben töltött részecskékből álló plazmafelhő hagyja el a Napot, magával hozva a napfoltok környezetéből az ottani bonyolult szerkezetű mágneses mezőt is. Ha a mágneses felhő eléri a Földet, akkor a földmágneses mező és a CME mágneses tere között átkötődések történhetnek, amelyek geomágneses viharokat okozhatnak. Ez a CME úgy terjedt a bolygóközi térben, hogy elkerülte a Földet, így nem okozott zavart a földi magnetoszférában. Ha viszont egy CME eléri a Földet, és benne olyan a mágneses tér iránya, hogy nagy geomágneses vihar tud okozni, akkor akár a hétköznapi életet érintő műszaki problémák is felléphetnek. A gyorsan változó mágneses mező erős áramot indukálhat olyan vezetékekben, amelyekben egyébként nem folyhatna áram, vagy csak kicsi lehetne az áramerősség, emiatt a hozzájuk kapcsolt berendezések károsodhatnak. Ennek a veszélynek főleg az északi országok vannak kitéve, mert közel fekszenek a Föld mágneses pólusához, ahol a hatás a legerősebb. Ismeretes, hogy napkitörés okozta az 1989. márciusi kanadai nagy áramszünetet. Újabb példa, hogy 2015 novemberében több svédországi repülőteret ideiglenesen lezártak, mert egy mágneses vihar zavart okozott az otta-

ni radarok működésében. A műholdas távközlési, GPS és egyéb szolgáltatások egyre nagyobb mértékű elterjedésével azonban nő annak a veszélye, hogy egy CME a földrajzi helytől függetlenül bárhol gondot okozhat. A becsapódó nagy energiájú töltött részecskék miatt például a távközlési, időjárás vagy természeti katasztrófákat (erdőtűz, árvíz, aszály) figyelő műholdak károsodhatnak. Ezenkívül a földi ionoszférában keltett zavarok ronthatják a műholdas kommunikációt és a GPS pontosságát. Emiatt nagyon fontos, hogy minél jobban megértsük a Napon zajló folyamatokat és azok hatásait.



4. ábra. A CME különböző nézőpontból ugyanabban a néhány perces időintervallumban. Balra: a SOHO/LASCO C3 koronagráfjával készült észlelés 2014. márc. 29-én 21:18-kor. Középen: A STEREO-A SECCHI/COR2 felvétele 21:24:00-kor. Jobbra: A STEREO-B SECCHI/COR2 felvétele 21:24:44-kor (Forrás: SOHO/LASCO/C3, STEREO-A és -B SECCHI/COR2)

A naptevékenység kutatásában nemcsak a legmodernebb űreszközökkel szerzett észlelések segíthetnek, hanem a régebbi észlelések modern eszközökkel történő feldolgozása is új információkkal szolgálhat. Aktuális példaként említhetjük azt a publikációt, amelyet egy nemzetközi kutatócsoport jelentett meg nemrég az elmúlt 150 év legnagyobb geomágneses viharainak vizsgálatáról a Solar Physics című folyóiratban (Lefèvre et al., 2016, Detailed Analysis of Solar Data Related to Historical Extreme Geomagnetic Storms: 1868–2010). Ebben a cikkben a modern adatok és ismeretek alapján megvizs-



5. ábra. 1892. február 11-én készített történelmi napkorongrajz a kalocsai Haynald Obszervatóriumból azzal a nagy foltcsoporttal, amelyikből származó CME három nappal később rendkívül erős geomágneses vihart okozott (Forrás: DHO)

gálják a régi geomágneses méréseket és a napfoltészleléseket azért, hogy így nyerjenek elég nagy (105 eseményt tartalmazó) statisztikai mintát a rendkívül ritkán előforduló extrém nagy napkitörések jellemzőiről, amelyek leginkább fenyegethetik a technikai társadalmunkat. Ehhez a munkához közvetve hozzájárult az MTA CSFK CSI debreceni Napfizikai Obszervatóriuma is azzal, hogy a kalocsai Haynald Obszervatórium 1880 és 1919 közötti napfolttrajzait hozzáférhetővé tette a világhálón, és azokat a cikk szerzői használták ehhez a kutatáshoz. Példaként a 5. ábra egy 1892. február 11-én készült kalocsai rajzot mutat a napkorongról. Ezen a napon egy napkitörés történt az itt látható hatalmas foltcsoportban, ami február 14-én extrém nagy geomágneses vihart okozott. További közvetett hozzájárulás volt, hogy más adatokkal együtt felhasználták a cikk szerzői a Debrecen Photoheliographic Data (DPD, 1974–) földi (elsősorban Debrecenben és a gyulai megfigyelőállomásán készített) észleléseken alapuló napfoltkatalógust és a SOHO/MDI-Debrecen Data (SDD, 1996–2010) műholdas észleléseken alapuló napfoltkatalógust is. A rendelkezésre álló adatok alapján, többek között, erős korrelációt sikerült kimutatni a napkitörést produkáló foltcsoport mérete, a CME becsült haladási sebessége és a geomágneses vihar nagysága között. A kutatók folytatják a vizsgálatokat minden lehetséges információforrást felhasználva, hogy minél jobban megértsük a Napon zajló folyamatokat, és becsléni tudjuk, hogy azok milyen veszélyeket jelenthetnek számunkra.

Fehérszék Riolittakaró a hegygerincen

LADÁNYI LÁSZLÓ

Mátranovák mellett valóságos holdbéli táj várja a látogatót, meredek, mély árkokkal, maradékgerincekkel, legömbölyített riolittűpökkel, különleges látvány- és formavilággal. Színei miatt – különösen ősszel, mikor a környező lombhullató erdők sárgája, vöröse, rozsdabarnája keveredik a fenyők zöldjével és mindehhez a fehér, kopár hegygerinc adja a kontrasztot – akár egy impresszionista festőiskola szabadtéri telephelye is lehetne.

Nógrád megyében, Salgótarjától 25 kilométerre található Mátranovák. A település közel egy évszázadon keresztül a szénbányászattól volt nevezetes, mivel szomszédságában több kőszénbánya is működött. Az 1970-es években a bányákat bezárták. Az ipari jelleg azonban továbbra is megmaradt, hiszen előbb a Ganz Mávag, majd a Ganz Hid-, Vas-, és Acélszerkezet Gyártó Üzem nyújtott munkalehetőséget az itt élők számára. 2005-től a Bombardier összeszerelő üzemében gyorsvonatok forgóváz-szerkezetét állítják elő.

A falu és környéke látványokban, természeti értékekben nagyon gazdag, ezért kedvelt kirándulóhelynek számít. A látogatók főként az itt található természeti látványosságok és természetvédelmi területek miatt keresik fel (Cserkészkút, Fehérszék, Hegyeskei borókás, Kaszinópark, Nyírmedi-tó és környéke, Mátracserpuszt). A környék legkülönlegesebb helye a mátranovái völgyet határoló déli hegygerinc keleti végén található, ahol egy holdfelszínhez hasonlatos tájra bukkanhatunk. Az erdővel körülvett kopár hegyoldalon kiterjedt



A széles hegyhátról nagyszerű kilátás nyílik a környező hegyekre és dombokra

riolittufa- mező található, amit a helyiek a színe alapján Fehérszéknek neveznek. Az idelátogató nemcsak a hely bizarr forma-, és látványvilágában gyönyörködhet, hanem abban a kilátásban is, amely a környező hegyekre és dombokra nyílik.

Egy kis misztikum, egy kis badland

Mátranovák környéke éppen eléggé kietlen és varázslatos hely ahhoz, hogy könnyedén legendák szülőhelyévé váljon. Ennek megfelelően van saját, képzeletbeli lakója is. A legendárium sze-