

Zárójelentés T038013

A napaktivitás jelenségei mögött húzódozó mágneses folyamatok, terek nem korlátozódnak csupán a napfelszínre, hanem három dimenzióban az egész naplégkörre kiterjednek. A pályázat célja a számos hullámhosszon egyidejűleg készült megfigyeléseket kombinálva, a jelenségek 3-dimenziós rekonstrukciója, térbeli fejlődésük nyomon követése, valamint fizikai paramétereik meghatározása volt.

A fotoszféra és a fölötte levő kromoszféra a földfelszínről is észlelhető, míg az efölötti rétegek megfigyelése az extrém ultrabolya és lágy röntgen hullámhosszakon csak űreszközökről lehetséges. Így munkánkat csak a pályázat kezdetétől, vagy korábban működő (Yohkoh, SOHO, TRACE), valamint időközben felbocsátásra került (RHESSI) űreszközök észleléseinek kombinált felhasználásával érhattük el.

Ez a terv maradéktalanul teljesült, a pályázat négy éve során mind a 33 napfizikai publikációban számos űreszközön készült észlelést használtunk fel, és minden napfizikai cikkben számos hullámhosszon végzett megfigyeléseket kombináltunk. Valamivel még tovább is léptünk a tervezetthez képest, mivel számos cikkben kiléptünk az interplanetáris térbe, követvén koronakitöréseket a Nap koronájától egészen a Földig, mágneses modellezéssel alátámasztva a Napon és a Föld környezetében mért mágneses jelenség fizikai kapcsolatát.

Talán legjelentősebbnek tekinthető munkáink a mágneses helicitással voltak kapcsolatban. Mágneses helicitás a fluxuscsövek csavarodottságával, a mágneses térben jelenlevő nyírással van kapcsolatban. Megfigyelésekből való meghatározása a napfizika legujabb, dinamikus fejlődő területe.

Korona kitörések (CME-k) egyik fontos szerepe az, mágneses helicitást visznek el a Napról, ezzel megszabadítván a Napot a differenciális rotáció és a dinamó által folytonosan keltett, igen nehezen disszipálható fizikai mennyiségtől. Ezzel kapcsolatban korábbi munkánkat folytatva, vizsgáltuk egy komplex aktív vidék (NOAA 8100, 1997 november - 1998 január) mágneses terét SOHO/MDI adatok felhasználásával, amely öt naprotáció során csaknem 180 fokot fordult el tengelye körül. Vizsgáltuk a differenciális rotáció által keltett helicitás mennyiségét, és azt találtuk, hogy a forgás következtében ez idővel csökkenteni kezdte az aktív vidék mágneses helicitását. Eközben az aktív vidék jelentős CME aktivitást produkált. SoHO/EIT és SoHO/LASCO észlelések felhasználásával az aktív vidék öt hónapos fejlődése során azonosítottuk az összes CME eseményt, mintegy 35-öt, amelynek forrásvidéke az adott aktív vidék volt. Mágneses modellezés segítségével meghatároztuk az aktív vidék koronában detektálható mágneses helicitás fejlődését öt rotáció során. Felhasználva az ún. 'mágneses felhők' csavarodottságára a bolygóközi mágneses térben végzett mágneses tér méréseket, meghatároztunk átlagosnak tekinthető helicitás tartalmukat. Mivel a 'mágneses felhők' CME-k során kerülnek a Napból kidobásra, ezzel meghatároztuk a CME-k által átlagosan a Napról elvitt helicitást. Továbbá, a fotoszférikus mágneses tér eloszlásának rotációról rotációra való változásából kiszámítottuk a Nap differenciális rotációja által keltett helicitást ($7 \times 10^{42} \text{ Mx}^2$). Mindezen helicitás értékek összevetéséből megállapítottuk, hogy a differenciális rotáció által keltett helicitás messze nem elegendő arra, hogy fedezze az öt szoláris rotáció alatt diagnosztizált helicitást és a CMEk által elvitt mennyiséget. A helicitás fő forrása fotoszféra alatti rétegekből kell, hogy érkezzon a felbukkanó mágneses erővonal csövekkel együtt.

Folytatva ezt a kutatási irányt, Yohkoh/SXT, SOHO/MDI, SOHO/EIT, TRACE valamint

Wind bolygóközi mágneses adatok felhasználásával **úttörő munkát** végeztünk a mágneses helicitás (csavarodottság) észlelésekből való meghatározására a koronában és a CME-k során kidobott mágneses felhőkben. Két esetben meghatározva mind a koronában észlelt helicitás csökkenést mind a mágneses felhő helicitását, most már közvetlen mérésekre és modellezésükre alapozva, jó egyezést kaptunk e két érték között, amely az *első kvantitatív bizonyíték a CME-k és mágneses felhők közötti fizikai kapcsolatra*.

A másik jelentős kutatási irány szintén egy aktív vidék (NOAA 7879, 1996 július-december) hosszú távú (hat hónap) fejlődése során fizikai mennyiségek meghatározása (mágneses fluxussűrűség, hőmérséklet, koronális elektron sűrűség) volt, és ezek alapján skálázási szabályok segítségével a létező korona fűtési modelleket teszteltük. Yohkoh/SXT lágy röntgen korona felvételek és SOHO/MDI mágneses térképek analízisével kimutattuk, hogy a korona térfogategységnyi fűtése a fotoszférikus mágneses tér négyzetével, azaz a mágneses energiasűrűséggel arányos. Továbbá kimutattuk, hogy azon fűtési modellek, amelyek a nyírott, feszült mágneses terek disszipációján alapulnak, jobb egyezést mutatnak az észlelésekből levont skálázási szabályokkal, mint az elektromágneses hullámok disszipációján alapuló modellek.

Statisztikai jellegű vizsgálataink a napfizika alapvető kérdéseinek megválaszolására irányultak:

Az első a mágneses fluxuscsöveknek a konvektív zónában való felemelkedési körülményeivel foglalkozott:

22 bipoláris aktív vidéket vizsgáltunk, amelyeknek az egyenlítőhöz viszonyított dőlésszöge három vagy több naprotáció alatt szisztematikus elfordulást mutatott. Az elfordulás irányából következtettünk a fluxuscső tengelyének csavarodottság irányára, míg a tengely körüli belső csavarodottságot vektor mágneses mérésekből határoztuk meg. E két jellemző előjele azonos kell, hogy legyen, amennyiben a fluxuscső deformációját a belső erős csavarodottság hatására létrejövő kink instabilitás okozta. Ez utóbbi csak az esetek 1/3-ára volt igaz. Így arra következtettünk, hogy a konvektív zónában levő nagyléptékű örvények a felszálló fluxuscsövek deformációjának legfőbb okozói.

A második nagylélegzetű munka a napkitörések kutatásának egyik megoldatlan kérdésére próbált választ adni, hogy mi okozza a flerek egy részében megfigyelhető kontinuum emissziót:

Elkészítettük a Yohkoh/SXT ASPECT kamerája által észlelt fehér flerek katalógusát, és a felfedezett 28 fehér flert összehasonlítottuk folytonos színképben emissziót nem produkáló flerek jellemzőivel a lágy és kemény röntgen tartományban. Azt találtuk, hogy impulzivitás vagy a röntgen spektrum keménysége kevésbé játszik szerepet a kontinuum emisszió megjelenésében mint eddig gondoltuk. Felfedeztük viszont, hogy a fehér flerek esetében a koronában jelentősen magasabb a gáznyomás, mint az azonos energiát felszabadító, de fehér fényű emissziót nem produkáló flerekben.

A mágneses átkötődés során gyorsított elektron-nyaláb fotoszférikus precipitációja függ a mágneses tértől, de még nem értjük, hogyan:

Yohkoh/HXT kemény röntgen adatok and SOHO/MDI mágneses méréseinek felhasználásával 32 flerben vizsgáltuk a talppontokban észlelt kemény röntgen sugárzás intenzitását amelyet összevetettünk az ott észlelt mágneses térerősséggel. Korábbi észlelésekkel ellentétben kimutattuk, hogy a kemény röntgen sugárzást keltő elektronoknak egy konvergáló mágneses geometriában való csapdába esése, amely elméletileg várható, csak

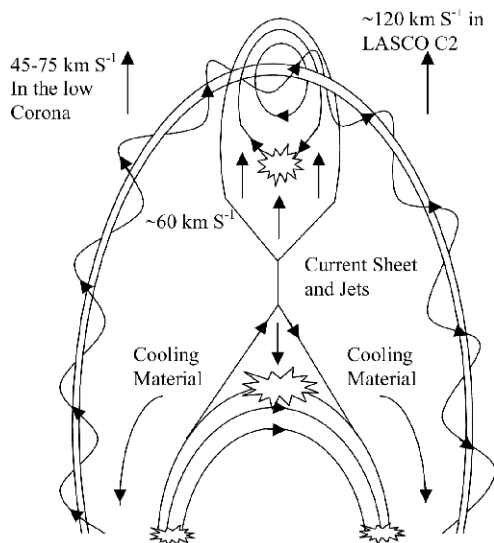
a megfigyelt esetek kétharmadában jött létre. Mintegy tíz fler esetében az erősebb mágneses terű talppont volt erősebb kemény röntgenben is, amely valószínűleg az átkötődés helyének aszimmetriájával magyarázható.

Továbbá kimutattuk, hogy a SOHO/MDI magnetogramjain korona-kitörések (CME-k) során megfigyelt titokzatos mágneses aszimmetria (az egyik polaritás túlsúlya) új mágneses fluxus megjelenésének tulajdonítható. MDI a látóirányú mágneses komponenst méri, és a fotoszférát áttörő fluxuscső horizontális komponensének vetülete okozza a polaritások egyenlőtlenségét, amikor az aktív vidék a Nap központjától távolabb van.

A munkák negyedik jelentősebb csoportjába az egyedi aktivitási események (flerek és korona kitörések) három dimenziós vizsgálatát végző cikkek tartoznak:

SOHO/EIT sorozatfelvételeken egy koronahurok mentén hullám-szerű jelenséget vizsgálva kimutattuk, hogy nem MHD hullám jelenségről, hanem csomókba tömörülő hűvös anyagnak a koronából való leáramlásáról van szó.

Koronalyukak, amelyek mágneses tere a bolygóközi tér felé nyitott, és ezért a gyors napszél forrásai, merev rotációt mutatnak a koronában, ellentétben a fotoszféra differenciális rotációjával. Ezért elméletileg a koronalyukak határa mentén folytonos mágneses átkötődés várható, amit eddig senki sem tudott bebizonyítani. SOHO/SUMER adatok felhasználásával egy koronalyuk határa mentén kétirányú jeteket fedeztünk fel, amelyeket mágneses átkötődés helyéről kiáramló gázcsóváknak tulajdoníthatók.



1. ábra: A 2002 április 16-án megfigyelt CME összefoglaló rajza, amelyet öt különböző, űrbeli műszer észlelései alapján építettünk fel. A filament (külső csavarodott alakzat) felemelkedését a TRACE extrém ultraibolya (45-75 km/s), majd két napsugár magasságtól a SOHO/LASCO C2 coronagráf (120 km/s) segítségével követtük. A filament alatti forró plazmoid (RHESSI röntgen adatok) 60 km/s sebességgel emelkedve követte a felrobbanó filamentet. A mágneses átkötődés révén létrejött forró fler hurkokban SOHO/CDS spektrál leképezés és mágneses modellezés segítségével hűlésre utaló plazma leáramlást találtunk.

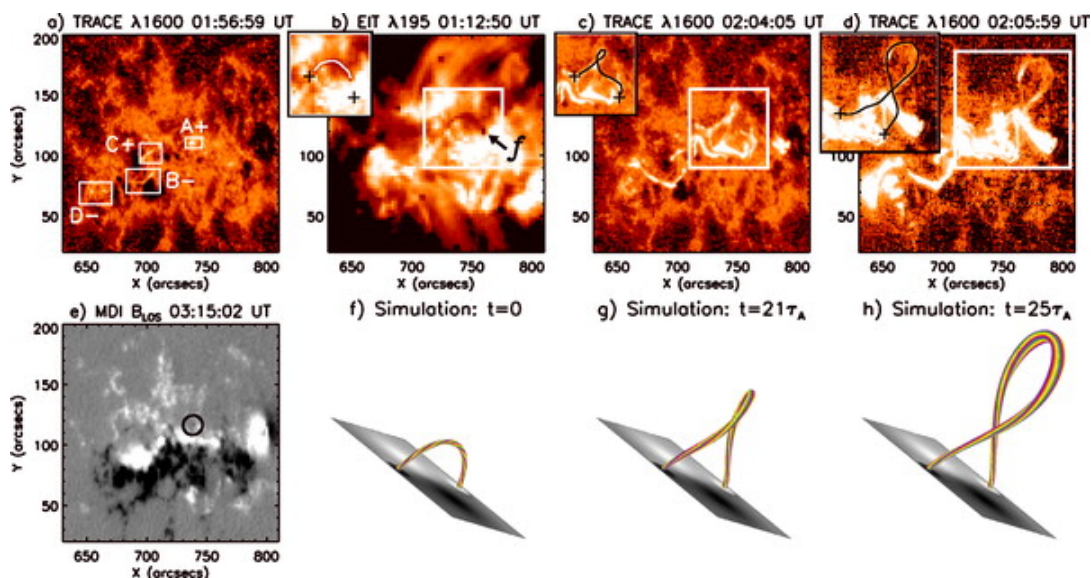
Egy CME (2002 április 16-án) fejlődését követtük a korona alsó rétegeitől 1.5 napsugárig SOHO/MDI mágneses, TRACE EUV, RHESSI röntgen, SOHO/CDS spektroszkopiai és SOHO/LASCO coronagráf adatok felhasználásával. Kimutattuk, hogy a CME egy csavarodott fluxuscső (helikus mozgást mutató filament) felemelkedésével indul, amely az impulzív energia felszabadulás (fler) megindulásakor felgyorsul (az indulási sebesség 1.6-szorosára), majd egy újabb gyorsulási fázison megy át mielőtt elérné a coronagráf látómezejét a felszíntől 1.5 napsugár távolságban. Az utóbbi gyorsulás lehetséges oka a csavarodott fluxuscső (kink) instabilitása. Kemény röntgen észlelések egy 60 km/s sebességgel emelkedő röntgen forrást mutattak, amely a felemelkedő fluxuscsővet követte. E forró plazmacsomag valószínűleg a mágneses átkötődés által gyorsított részecskéknek a csavart fluxuscső zárt mágneses terével való ütközés következtében jön létre. A CDS spektroszkopiai észlelést

mágneses modellezéssel kombinálva kimutattuk, hogy a forró flerhurkokban a plazma a koronából lefelé áramlik (.).

Egy CME-t követtünk a Naptól a Földre. A haló CME 2004 január 20-án volt megfigyelhető a SOHO és TRACE műszereivel, míg a Wind űrállomás és a Cluster szondák műszerei január 22-én észlelték egy bolygóközi lökeshullám áthaladását. A különböző pozícióban levő Cluster szondák által megfigyelt időkülönbségekből meghatároztuk a bolygóközi lökeshullám térbeli geometriáját, amely jó egyezést mutatott az aktív vidék helyzetével a Napon, amely a CME kiindulópontja volt.

Egy három-fázisú fler és CME vizsgálata SOHO, TRACE és Wind/WAVES adatok felhasználásával. A fler 2004 január 20-án 7:30 UT-kor kezdődött és mintegy fél óráig tartott. Erdekessége, hogy mind a három fler quadropoláris mágneses átkötődést mutatott, amely elméletileg nem vezet mágneses erővonalak nyitottá válásához. A CME oka a nagyléptékű mágneses térrel való kölcsönhatásban keresendő.

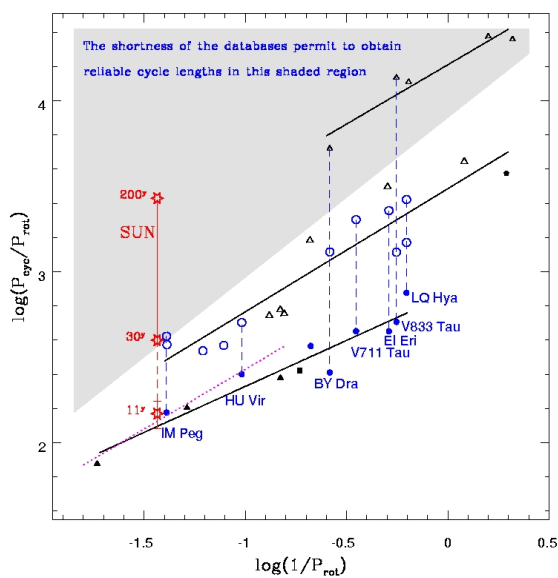
2004 november 10.-én a Nap északnyugati peremének közelében egy eruptív filament-fler-CME eseményt figyeltünk meg a SOHO és TRACE űrlaboratóriumokkal. A filament felemelkedése közben megcsavarodott és egy táguló hurkot formált. Az aktív vidék mágneses fejlődésének vizsgálata szokatlanul erős mágneses csavarodottság jelenlétét jelzi, amely a naptevékenység leszálló ágában nem egyedi jelenség. Összevetve az észleléseket a mágneses kink instabilitás MHD (magneto-hidrodinamikai) szimulációjával meglepően jó egyezést találtunk. Ez a megfigyelés három különböző CME model kombinált, egymást segítő működésére utalt: A filament aktivizálódását kisebb flerek előzték meg, amelyek mágneses analízise kimutatta, hogy csökkentették a filamentet stabilizáló mágneses arkád erősségét (pányva elvágó és kitörő modellek). Viszont az nyilvánvaló volt, hogy a filament robbanás fő hajtóereje az u.n. kink instabilitás volt, amely a filament mágneses terének igen erős (határérték fölötti) csavarodottsága következtében jött létre.



2. ábra: A 2004 november 10-én megfigyelt filament robbanás és a kink instabilitás MHD szimulációja (a) a filament aktiváció előtti flerek helyét mutatja (b) a filamentet az aktivizálódás előtt (c) és (d) a filament robbanást - a táguló hurokszerű alak jó egyezést mutat az (f)-(h) panelekben mutatott szimulációs eredményekkel; (e) az aktív vidék SOHO/MDI mágneses térképe, fekete negatív, fehér szín pozitív mágneses teret jelöl.

Aktív csillagok kutatása terén folytattuk néhány aktív csillag fotometriai monitorozását a foltciklusok pontosabb meghatározása érdekében. Adatsoraink némelyike már 34 évet tesz ki. A rövid rotációs periódusú csillagokra kapott előző eredményeket az új adatok megerősítik. Viszont különböző eredményt kaptunk a minta két óriás csillagára (HK Lac, IM Peg), mint előzőleg. A rotációs periódus-ciklushossz összefüggés nyilvánvaló a legrövidebb ciklusok körében. A hosszabb ciklusokra az összefüggés nem olyan tiszta, mint a rövidek esetében, esetleg ez változhat az időben is. Az általános kép azonban az, hogy rövidebb rotációs periódushoz rövidebb ciklushosszak tartoznak.

Megkíséreltük az összehasonlítást a Nap ciklusainak hosszával. A Nap ciklushosszai jól beleillenek a többi csillagra kapott eredmények közé. A Nap Gleissberg ciklusának időbeli változása azt sejteti, hogy a csillagok közepes ill. hosszabb ciklusai is esetleg változhatnak, és emiatt nem kapunk rájuk szoros rotáció-ciklushossz összefüggést, bár a tendencia erre jól látható. A minta egyik csillagára, az LQ Hya-ra kapott legrövidebb ciklushossz megegyezik egy elméleti dinamó modellezből kapott értékkel.



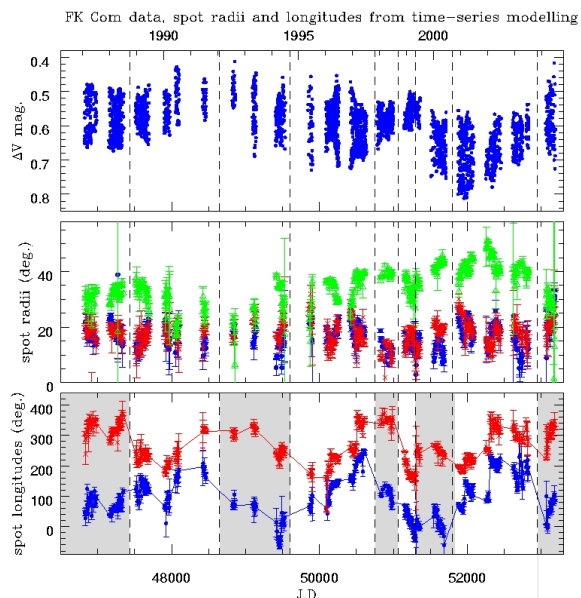
3. ábra : Rotációval normált ciklushosszak a rotációs periódus inverzének függvényében, logaritmus skálán. Jól látható az összefüggés a legrövidebb ciklushosszak és a rotációs periódus között, és az általános tendencia is a többi ciklushosszal. A Nap ciklusait is ábrázoltuk, a Gleissberg ciklus változó értékeit folytonos vonallal jelölve.

Vizsgálatokat végeztünk arra, hogy a tervezett Eddington mesterséges hold méréseit mennyire tudjuk felhasználni a csillagaktivitási kutatásokban. Bebizonyítottuk, hogy céljaink eléréséhez mindenképpen szükség van valamilyen szűrőre, mert a fehér fényben végzett mérések a foltaktivitás mért amplitúdóit nagyon lecsökkentik. Teszt kísérleteket végeztünk arra nézve, hogy adott mérési időtartam alatt, folytonos mérés esetén mik az esélyei a differenciális rotáció meghatározásának. Sajnos az Eddington programot leállították. Azonban eredményeink jó része általános érvényű, a kísérletek pedig más esetekre is elvégezhetők. Időközben megtörténtek a COROT mesterséges hold felbocsájtásának előkészületei is, és így az eredményeinket felhasználhattuk a hold megfigyeléseinek felhasználását szolgáló pályázaton. Pályázatunk sikeres volt: Oláh Katalin és Kővári Zsolt tagja a COROT egy nemzetközi projektjének: Stellar microvariability: spot maps and modelling, mely a mesterséges hold adatait fogja feldolgozni.

Kifejlesztettünk egy felhasználóbarát számítógépes programot egy- és többszínfotometriai adatok feldolgozására. A foltparamétereket függvényekkel határozzuk meg, az adatokhoz való illesztést a Levenberg-Marquardt nem-lineáris minimalizáló algoritmussal megoldva. A program képes adatokat idősorban modellezni úgy is, hogy megengedi a szezonális adathiányokat. Többszínfotometriai adatokból felhőmérséklet is meghatározható a segítségével. Ennek segítségével analizáltuk az IM Peg 23 éves fotometriai adatsorát. A

csillagon két aktív hosszúságot találtunk, a kettős pályájának koordináta-rendszerében nézve a másik csillag irányában és azzal ellekező irányban. A domináns folt sugara 29.8 éves ciklikus változást mutat, ami megegyezik a V színben az adatokból kapott ciklushosszal. Ugyanezen folt hosszúsága 10.4 éves ciklust mutat, ezt szintén megtaláltuk a fotometriai adatsorban, továbbá megegyezik azzal az időtartammal, ami mások szerint egy aktív hosszúság dominanciájának a hossza. Többszínfotometriából nyomon követtük a felhőmérséklet változását 1992-2001 között, és megállapítottuk, hogy az követi a fényváltozást. Az 1999-2001 között talált felhőmérséklet-növekedés valószínűleg a felbomló aktív vidék megnövekedett plage/folt arányát tükrözi. Meghatároztuk az átlagos felhőmérsékletet is: 355050 K (a fotoszféra hőmérséklete 4450 K).

Az FK Com idősoros foltmodellezését végeztük el fotometriai adatokra, amelyek 1987-2004 között készültek, hogy nyomonkövessük a foltok hosszúságának időbeli változását. Megállapítottuk, hogy a fényváltozást okozó két folt a csillag két féltekéjén felváltva, de együtt található, emiatt a fényváltozás minimuma hol 0, hol 0.5 fázisnál van. A csillagon még egy foltot feltételeztünk a póluson, mely nem okoz rotációs modulációt. Az idősoros modellek segítségével nyomonkövettünk egy ún. flip-flop jelenséget 1999-ben. A fényváltozást okozó két folt, amelyek egymáshoz közel 180 fokra voltak, gyakorlatilag eltűntek, majd új foltok jelentek meg: az egyik az előbbi helyén, a másik pedig mintegy 90 fok hosszúsággal elcsúsztatva, ily módon az aktivitás súlypontja átbillent a csillag másik féltekéjére. Hasonló jelenség a fázisugrás, egy ilyet 1997-ben figyeltünk meg. Ekkor a két folt egyre közelebb került egymáshoz, majd vagy összeolvadtak, vagy az egyik eltűnt. Mintegy 100 fok hosszúsággal odébb egy új folt jelent meg, de az aktivitás súlypontja nem váltott féltekét. Ezek a vizsgálatok igen fontosak, a csillagok mágneses aktivitásának elméleti megfogalmazásához nyújtanak megfigyelési alapokat.

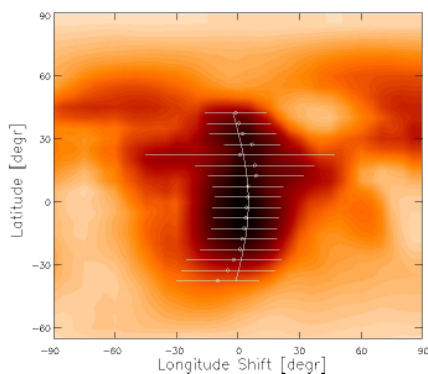


4. ábra: Az FK Com gyorsan forgó aktív óriáscsillag mérései és idősoros modellezése, egy pólus- és két alacsonyabb szélességű folt feltételezésével. A szürkeárnyalatos részek a 0 fok hosszúság körüli, a fehér részek a 180 fok hosszúság körüli foltelhelyezkedést mutatják az időben, azaz azt, hogy a csillagnak mikor melyik féltekéje aktív (flip-flop).

Az aktív óriáscsillag, az UZ Lib 9 év hosszú fotometriai adatsorából kimutattuk, hogy felszínén két nagy aktív terület található alacsony szélességen, egy pedig magasan, a pólus közelében. Az egyenlítői foltok nagy stabilitást mutatnak: a mérés 9 éve alatt nagyjából ugyanott helyezkedtek el, a kettős szubsztelláris pontján és az azzal ellentétes oldalon. A fotometriai adatsor 9 évéből 5 évben, 1994-2000 között spektroszkópiai méréseket is végeztünk, az adatokat modelleztük, és összehasonlítottuk a fotometriából kapott eredményekkel. Doppler leképezés segítségével egy poláris foltot, annak két-három nyúlványát, és két egyenlítői foltcsoportot mutattunk ki, teljes egyezésben azzal amit a

fotometriából kaptunk. A rendelkezésre álló kilenc év hosszú fotometriai adatsort analizáltuk Fourier technikával. Eredményül azt kaptuk, hogy a rotációs periódus három egyedi periódusból tevődik össze. Meghatároztuk a csillag differenciális rotációjának mértékét és irányát is, ez utóbbi meglehetősen ritkán sikerül. A főperiódus az egyenlítői vidék foltjaitól származik és megegyezik a kettős rendszer pályaperiódusával, azaz a csillag egyenlítői része van kötve a pályamozgáshoz. A magasabb szélességek ennél gyorsabban rotálnak: egy nem-szoláris differenciális rotációt kaptunk tehát, melynek a $a = dW/W$ paramétere -0.0026 , azaz a Napénak kb. 80-ad része.

Differenciális rotációt és foltfejlődést mutattunk ki az LQ Hya felszínén. A foltok fejlődését idősorba rendezett Doppler-képek segítségével folyamatában vizsgáltuk. A differenciális rotáció kimutatását oly módon kíséltük meg, hogy egymás utáni Doppler-képek kereszt-korrelációját alkalmas módon összegeztük, miáltal az egyébként gyenge differenciális rotációs mintázat felerősödött. A csillagok felszínén működő differenciális rotáció kimutatásának különböző -- általunk kidolgozott módszereit -- teszteltük. A módszereket két konkrét esetre (IL Hya, LQ Hya) alkalmaztuk.



5. ábra: Az LQ Hya differenciális rotációjának meghatározása Doppler-képek kereszt-korrelációjából. Az eredmény gyenge, nap-típusú differenciális rotációt mutat.

A And óriáscsillag kettős rendszer tagja. Meghatároztuk a csillag alapparamétereit a rendelkezésre álló irodalmi adatok valamint saját spektroszkópiai eredményeink alapján. A csillag és a kettős rendszer paramétereinek minél pontosabb ismerete rendkívül fontos, mivel a csillag igen gyorsan forog és emiatt lapult, emellett kettős is, ami a csillag alakjának a gömbtől való jelentős eltérését okozza. A csillag torzulását, mely a fényességben egy kettős minimumot okoz, figyelembe kell venni mind a fotometriai, mind a spektroszkópiai adatok modellezésénél. A rendelkezésre álló adatokból sikerült konzisztens képet kapni a csillagról. A csillag pontos paramétereinek ismeretében meghatároztuk a torzulás okozta fénygörbét, és ezek korrigálva a mérési adatokat, megkaptuk a foltok okozta változások idősorát. Ezeket modellezve megállapítottuk, hogy a foltok túlnyomórészt a másik csillag irányában és az azzal ellentétes oldalon helyezkednek el. Emiatt az adatokból közvetlenül nem állapítható meg a torzultság. A spektrumok kiértékeléséhez módosítottuk a Doppler leképezés kódját, hogy figyelembe vegye a csillag torzultságát. Eredményül számos alacsony szélességű foltot kaptunk, és naptípusú differenciális rotációt találtunk.

Tizenkét, különböző spektráltípusú szoros kettőscsillag aktív komponensén vizsgáltuk az aktív hosszúságok helyzetét a mellékkomponenshez viszonyítva. A mintában szerepeltek olyan kettősök is, amelyeknek mindkét komponense aktív csillag. Eredményül azt kaptuk, hogy az aktivitás a quadrátúra pozíciókra koncentrálódik, ha a kettős mindkét komponense a HRD fősorozatán helyezkedik el. A három vizsgált szubóriás kettős mindkét komponense aktivitást mutat, főként a szubsztelláris pontok körül, azonban a felszínük más részén is mutatnak aktivitást. Végül, az óriáscsillagok mindegyikén az aktivitás a szubsztelláris pontban és az azzal ellentétes oldalon jelenik meg. Ezen óriáscsillagok másodkomponensei

ismeretlenek, eltűnnek a főkomponens fényében, mivel sokkal halványabb, kisebb, fősorozati csillagok. Az aktív hosszúságok pozícióját az árapályerők és a mágneses tér együttesen határozzák meg, melyek különbözőképp hatnak a különböző fejlődési állapotú kettősökön.

Csillagflereket tanulmányozva a Newton-XMM urállomás UV és röntgen adatainak felhasználásával vizsgáltunk öt dMe típusú flercsillagot. 60 óra észlelési idő során 20 csillagflert találtunk. Elsőként sikerült kimutatnunk korrelációt csillagflerek UV és röntgen fluxusa között.

A pályázat eredményeként 46 tudományos közlemény született, 28 referált folyóiratban jelent meg. Közleményeinkre eddig 86 független idézetet kaptunk.