

4. Foltmozgások és aktivitás

Régóta ismert tény, hogy az egyes napfoltcsoportokban megfigyelhető flerek száma összefügg a foltcsoport bonyolultságával és területváltozásával (Smith & Smith, 1963). A legtöbb flert a bonyolult mágneses szerkezetű, gyorsan fejlődő foltcsoportokban lehet megfigyelni. Mivel a flerek keletkezésénél fontos szerepet játszanak az ellentétes irányú mágneses terek, különösen aktívnak bizonyult a Künzelt (1960) által bevezetett δ -konfiguráció, amelyben ellentétes polaritású umbrák vannak egy közös penumbrában, egymás közvetlen közelében. A δ -konfigurációk vizsgálatánál hamarosan kiderült, hogy mozgások révén is egymás közelébe kerülhetnek ellentétes polaritású umbrák, és ez esetben az aktivitás nem feltétlenül nagy. Gaizauskas et al. (1994) egy aktív vidék vizsgálatában, amely egymásba ágyazott dipólokat tartalmazott, azt találták, hogy a különböző dipólok p és f foltjainak kölcsönhatása, súroló összeütközésük nyíró mozgása vezetett nagyobb fler-aktivitáshoz. A mágneses nyírás, ellentétes polaritású umbrák súroló ütközése már korábban is említésre került, mint flerhez vezető ok. Ebben a részben a foltmozgások megállapításának módszerei után néhány foltcsoport esetében bemutatásra kerül, milyen típusú mozgások járnak megnövekedett fler-aktivitással, és milyenek nem.

4.1. Napfoltok mozgásának meghatározása

A napfoltok mozgásának meghatározásához először pontos pozíciójukat kell megmérni. Ehhez a teljes napkorongot ábrázoló fényképen kell ismerni egy referenciairányt, amihez képest az égi északi irány megadható. Erre a célra rendszerint az objektív fókuszsíkjaiba kifeszített fonálkereszt, vagy ugyanoda elhelyezett két tűske szolgál. Ha a heliografikus (Carrington féle) koordinátákat nagy (0,01 fok) pontossággal kívánjuk meghatározni, akkor nagyon sok torzító tényezőt kell figyelembe venni. A mérési módszer és egyes hibák (referencia irány hibája és annak változása az óraszög és deklináció függvényében, differenciális refrakció, nagyítórendszer disztorziója) figyelembevétele megtalálható jelen sorok írójának kandidátusi disszertációjában [11a]. Ez után lett kidolgozva a lemezsík optikai tengelyre merőlegestől való eltérése (kamraferdeség) által okozott hiba figyelembevétele, ami azért különösen rosszindulatú hiba, mert a napkép körtől való eltérése az eltérési szög négyzetével, viszont a napkorong középpontjának hibája az eltérési szöggel egyenesen arányos. Így a gyakorlatban előforduló kis eltérések esetén a napkép nem torzul észrevehetően, viszont a mért középpont és a tényleges középpont eltérése jelentős lehet.

Az MTA debreceni Napfizikai Observatóriumának műszereit Dezső (1982) írta le. A két fotohéliográf (Debrecenben és az Observatórium gyulai Megfigyelő Állomásán) 13,5 ill. 15 cm objektívtávmérőjű, fókusz távolságuk 2 m körüli. A direkt fókuszban keletkező kb. 2 cm-es napképet egy lencserendszer ötszörösére nagyítja. A színi hiba és a fényintenzitás csökkentésére egy fém-interferenciaszűrő van alkalmazva, amely a folytonos színeknek kb. 7 nm széles tartományát vágja ki 450 nm körül. A 14×14 centiméteres kontrasztos, nyomdatechnikai filmre készülő, kb. 10 cm napkép-átmérőjű észlelések egy ASCORECORD 3DP koordinátamérő műszeren kerülnek kimérésre. A műszer elvileg alkalmas lenne 0,1 μ m pontosságra, de az adott célra elegendő a „durva” mérés 0,01 mm-es pontossága, mivel a felvételen nagyjából 0,05 mm felel meg egy ívmásodperc látószögnek. Kezdetben a fényképeken azonosított és napról-napra követett umbrák súlypontja volt kimérve, de a lyukszalagra rögzítés után a későbbi közvetlen számítógépes bemenet lehetővé tette az umbra és

penumbra kontúrok körbemérését több ezer ponton, és ezáltal a kontúrok Carrington koordinátarendszerbe való transzformálását. Hasonló technikát a világon senki sem alkalmazott eddig. Az umbrák pozíciója a több napra vonatkozó mérésorozat során hamadfokú spline-függvényekkel lett simítva, a trajektóriák ezek alapján lettek felrajzolva. Az új évezredben már a számítástechnika rohamos fejlődése lehetővé tette fényképek átranszformálását is a héliografikus koordinátarendszerbe, amelyekből mozgóképes animáció készíthető. Ezen az egyes napfoltok mozgása, a foltcsoport általános fejlődése jobban nyomon követhető.

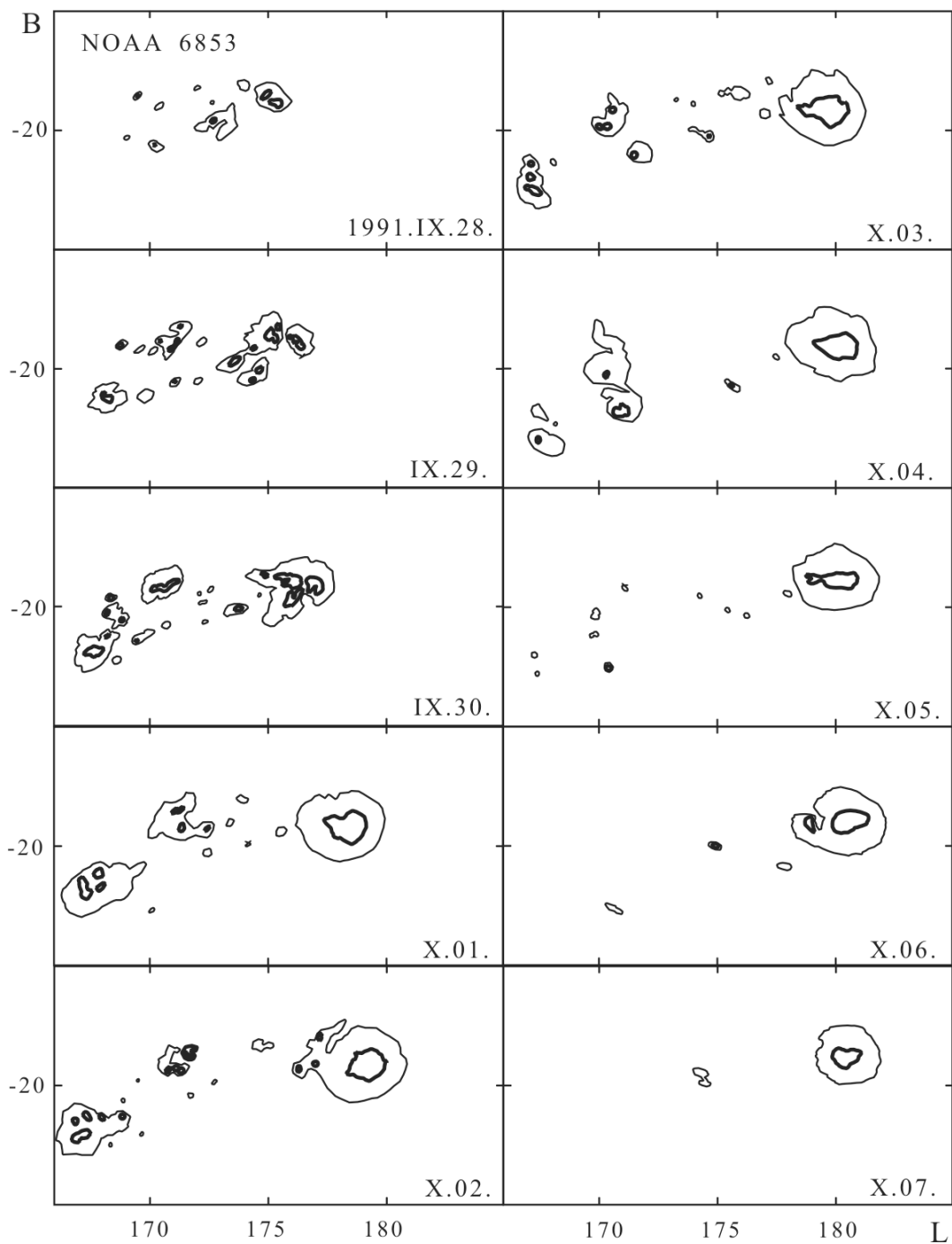
Különösen alkalmasak a mozgóképek készítésére a SOHO vagy TRACE űreszközök által készített felvételek, mivel ezek többé-kevésbé rendszeres időközönként készülnek a nap 24 órájában, kihagyás nélkül. Ezek esetében az is megvalósítható, hogy a (fekete-fehér) fotoszféraképpel a megfelelően illesztett és méretezett magnetogramot kombinálva, a mágneses térerőt a kék, ill. vörös szín telítettségével jelezve a színes mozgóképen az umbrák mágneses polaritása is szembetűnő legyen, mint ez a 27. ábrán be lett mutatva.

Természetesen az űreszközök méréseiben is megtalálhatók bizonyos szisztematikus hibák, ezek ellenőrzésére, valamint egyes hiányzó megfigyelések pótlására a debreceni fényképek lettek felhasználva. Ezenkívül a nagy felbontás miatt az űrészlelések csak a napfelület kicsiny részét tartalmazzák, és a tapasztalat szerint a tájolórendszer adatai alapján megadott, az egyes képek fejlécében szereplő adatok pontossága is korlátozott, ezért a teljes napképet befogó számítások alapján kapott koordináták pontossága egységesebb, jobb; ehhez köthetők az űrészlelések.

A koordináták kiszámolásánál, különösen a 14 foktól eltérő héliografikus szélességeken figyelembe lett véve a fotoszféra differenciális rotációja is. A Carrington rendszer forgási sebessége u.i. kb. a 14 fokos szélességnek felel meg, ennél kisebb szélességeken a foltok előresietnek, nagyobb szélességeken hátrafelé mozognak a koordinátarendszerhez képest a differenciális rotáció miatt, ez a látszólagos mozgás zavarná a foltcsoporton belüli sajátmozgások áttekintését. A korrekcióra Newton & Nunn (1951) képlete lett felhasználva, lényeges eltérést valamely más formula felhasználása sem hozott volna.

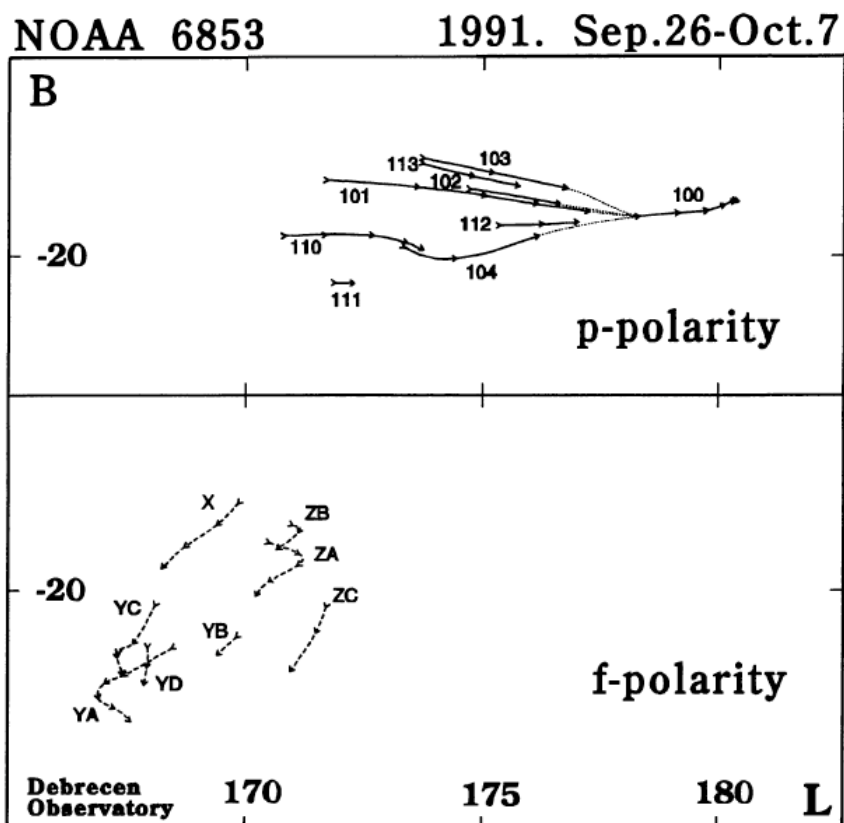
A napfoltok csoporton belüli sajátmozgásában nagyon lényeges szerepet játszik polaritásuk. Esetükben nem az abszolút (északi v. déli) polaritás a meghatározó, hanem a forgásirányhoz képest számított vezető, ill. követő. Ez jól látható a teljesen szabályos, bipoláris NOAA 6853 esetében, amely a bonyolult NOAA 6850-től délkeletre fejlődött ki és vissza gyakorlatilag egy fél rotáció alatt (1991. szept. 26 – okt. 7., 29-30. ábra). Nyomon követhető a tipikus mozgási forma: a vezető (p) polaritású umbrák gyors, konvergens előrenyomulása és összeolvadása egyetlen nagy vezető umbrává, a követő (f) polaritású umbrák lassabb, kaotikusabb hátramosgálása, valamint szétszórta jellege. Az időszak végére már csak a stabil vezető folt marad meg, a kisebbek eltűnnek.

Ez a mozgási kép a továbbiakban bemutatott bonyolultabb csoportokban eltérő is lehet, de azokban is jellemző a p és f polaritású umbrák mozgásának eltérő jellege. Mozgóképeken jól megfigyelhető a felbukkanó mágneses polaritások keveredése, de a kezdetben bonyolult szerkezet néhány nap alatt gyorsan rendeződik, a p -umbrák előre, az f -umbrák hátrafelé mozgása és összeolvadása révén hamarosan kialakul a szabályos, elkülönült dipólszerkezet. A Hinode méréseiből a 6. részben található erre szemléletes példa. Figyelemreméltó, hogy a napfoltok mozgása többnyire az egyenlítővel párhuzamosan, kelet-nyugati irányban, vagy ezzel kis szöget bezárva történik.



29. ábra. A NOAA 6853 szabályos bipoláris napfoltcsoport fejlődése Carrington koordinátarendszerbe transzformált kontúrmérések alapján.

Mivel az umbrák polaritása ennyire döntő szerepet játszik a fejlődésben, az ábrákon többnyire lehetőség nyílik a megkülönböztetésre. A kontúrmérések esetén az egyik polaritás besötétítése a lehetőség (bár ez kis umbrák esetében zavaró lehet), a trajektória-ábrákon az umbrák jelölésénél a p-polaritás számokkal, az f-polaritás betűkkel van jelölve, esetleg a trajektória is különböző (folytonos, ill szaggatott vonal). Felbomló, ill. összeolvadó umbrák esetében a jelölésekben is van közös elem.

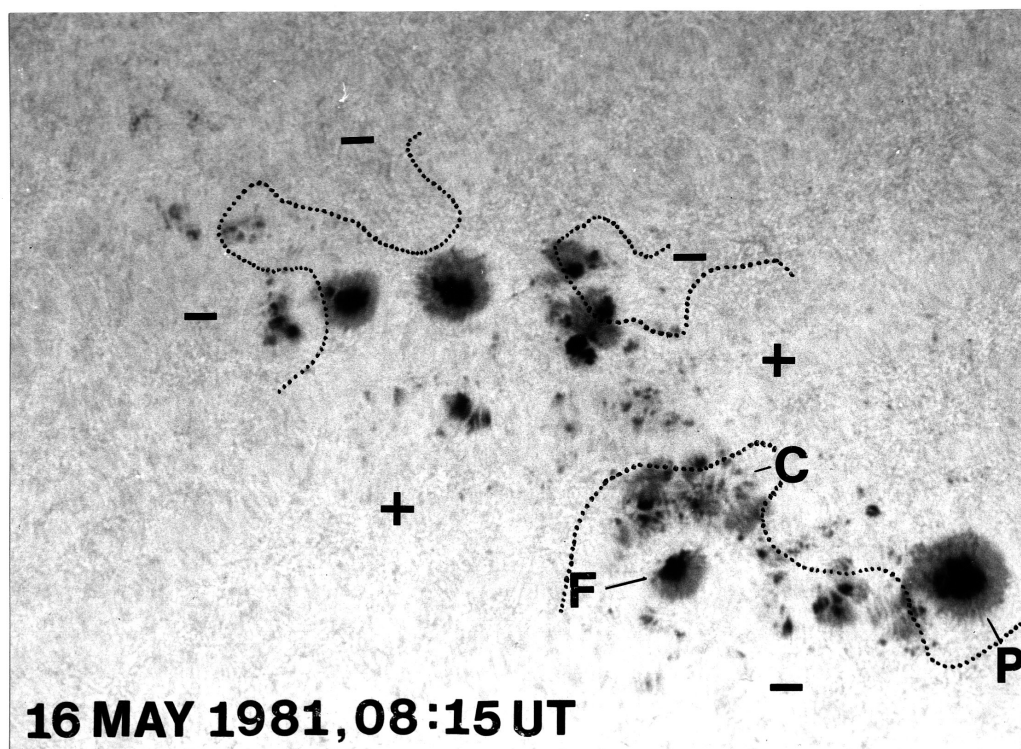


30. ábra. A NOAA 6853 szabályos bipoláris foltcsoport umbráinak mozgása a Carrington koordinátarendszerben. Mivel átfedés volt a két mágneses polaritás által különböző időben elfoglalt területek közt, külön lettek ábrázolva. Jól látható a szövegben leírt eltérés a kétféle polaritás mozgása közt.

4.2. Nyíró mozgások és a fler-aktivitás

A debreceni megfigyelések komplex felhasználásának egyik első példája volt az eddig is már többször előfordult 1981. máj. 16-i nagy (3B/X1) fler vizsgálata. A Nap Maximum Év (SMY) programjának keretében, széleskörű nemzetközi összefogásban végzett megfigyelések lehetővé tették, hogy a debreceni anyagért cserébe kiegészítő információkat kapjunk más obszervatóriumoktól, ráadásul az SMY program szervezése miatt biztosan volt az adott foltcsoportról észlelési anyag. Így a debreceni és gyulai fotoszféraképeken és debreceni $H\alpha$ képeken kívül irkutszki $H\alpha$ képek, valamint Kitt Peak-i és ondrejovi magnetogramok is felhasználásra kerültek a vizsgálatban, amely a flerrel kapcsolatos napfoltmozgásokkal és mágneses tér változásokkal foglalkozott [15, 20, 25].

A Hale 17644 aktív vidék (31. ábra), amelyben a fler lezajlott, egyértelműen komplex szerkezetű volt, az északi féltekén két, átlósan egymás fölött elhelyezkedő bipoláris napfoltcsoporttal, úgy, hogy az elől haladó, alacsonyabb szélességű dipól f -része fölött, valamivel hátrébb helyezkedett el a magasabb szélességű dipól p -része. E két rész között, a polaritáselválasztó vonalon volt található egy penumbra-rész (C), több kis, különböző polaritású umbrával egymás mellett, azaz egy δ -konfiguráció. Ezen a helyen keletkezett a fler.



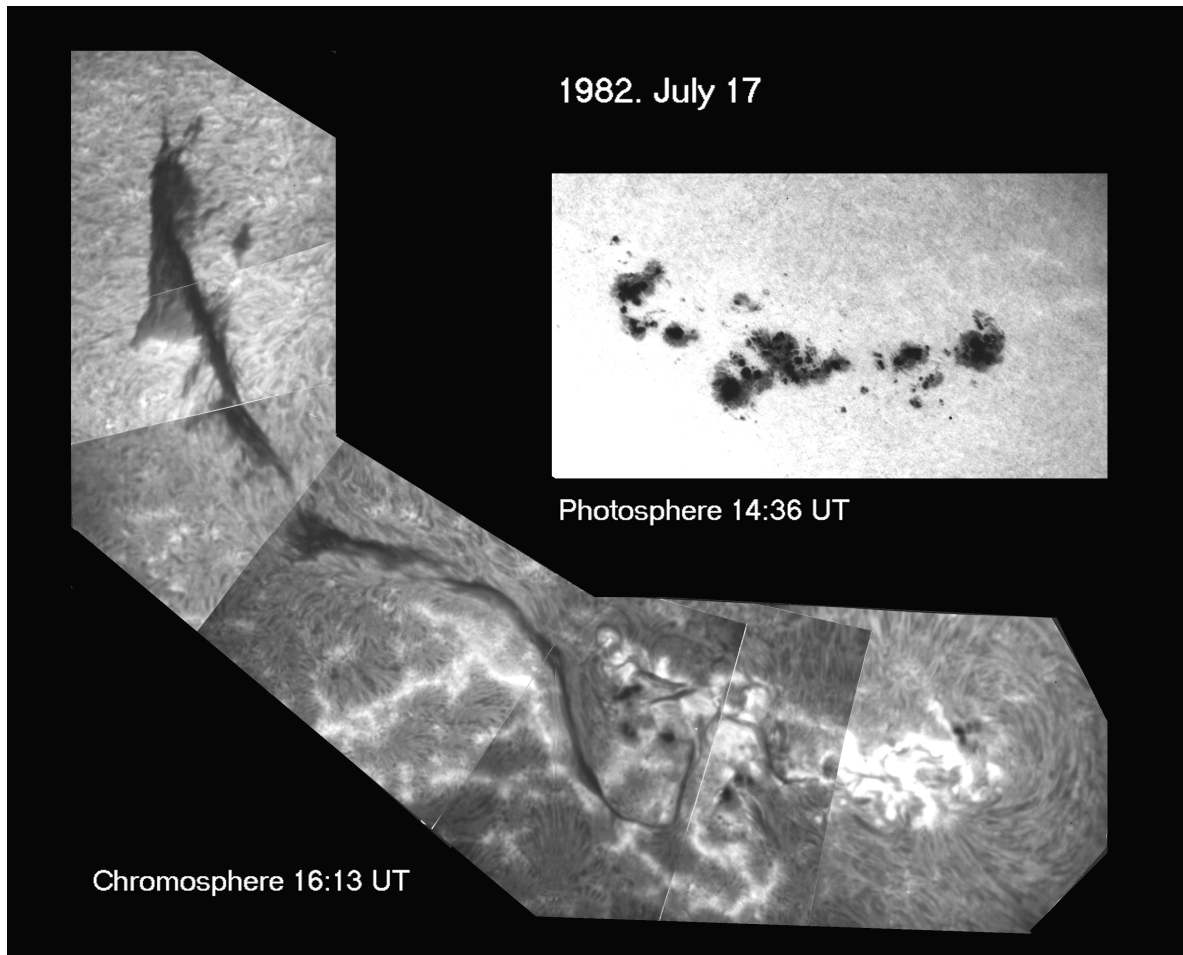
31. ábra. A Hale 17644 aktív vidék fényképe, a polaritáselválasztó vonallal (pontosított). P-F a déli bipoláris csoport fő vezető és követő foltja, C a delta-konfiguráció penumbrája.

A polaritáselválasztó vonal közelében lévő umbrák mozgását meghatározva [20] kiderült, hogy kis p -polaritású umbrák ezzel párhuzamosan nyugat felé mozogtak, míg egy f -polaritású umbra a másik oldalon kelet felé, azaz mechanikus nyírás lépett fel. A fler után az utóbbi f -polaritású umbra mozgásiránya megfordult. A fler előtt jelent meg egy közepes nagyságú, p -polaritású umbra a környéken, ami megzavarhatta a mágneses konfigurációt, a fler után közvetlenül viszont rohamos csökkenésnek indult a déli dipól fő f -polaritású umbrája (F), amely felett a fler déli fényes szalagja lefékeződött. A foltcsoport fejlődése és a fler között tehát elég bonyolult a kapcsolat, de megfigyelhető volt nyíró jellegű mozgás, ami a fler után megszűnt.

Valamivel több, mint egy évvel később volt megfigyelhető a NOAA 3804 aktív vidék (1982. júl. 9-20), amely részben a napfoltmozgások révén nagyon kiterjedté vált. Szerkezetileg hasonló volt az előző, 1981. májusi vidékhez, két napfoltcsoport egymás felett, köztük egy átlós összekötő résszel, csak itt az északra lévő csoport egy öreg p -foltot és kísérőit jelentette, amely lassan mozgott visszafelé, a déli dipól p -foltjai viszont rendkívül nagy sebességgel rohantak előre. Így a komplexum hosszúságbeli kitejedése a júl. 9-i 10 heliografikus fokról júl. 20-án 27 fokra nőtt. Az egész komplexum után a kromoszférában egy óriási filament helyezkedett el, ami majdnem a poláris régiókig felhúzódott (32. ábra). A kiterjedt aktív vidékben több helyen is megfigyelhetők voltak egymás mellett ellentétes polaritású umbrák. Nagyobb flerek is megfigyelhetők voltak a komplexum keleti oldalán, júl. 17-én, ott, ahol a nagy filament becsatlakozik a foltcsoportba, és élesen északnak fordul.

A komplexumban lévő umbrák mozgásának vizsgálatából [31] kiderült, hogy a nagy területű aktív vidéken belül több mozgási cella van, amelyekben a szomszédos umbrák hasonlóan mozognak. Megfigyelhető umbrák rugalmas ütközése, amelynek során az összetartó mozgást végző kis umbrák visszapattannak, visszafordulnak

egymásról. Több helyen is előfordult delta-konfiguráció, legfeltűnőbbben az északkeleti nagy folt (20, [31]) penumbrájában megjelenő parazita polaritás (X , [31]), amely kb. július 16-ig párhuzamosan mozog az előbbivel, majd visszafordul, és nem sokkal ezután bekövetkezik egy nagyobb fler a csoportban, júl. 17-én. Ez főleg a keleti részen, a filament becsatlakozásánál zajlott, de volt kifényesedés a délnyugati rész elentétes irányú mozgást végző δ párjánál (6-R [28, 31]) is. Ebben a csoportban is megfigyelhető volt tehát mechanikus nyírásra jellemző mozgás, ami időben egybeesett nagyobb fler kialakulásával.

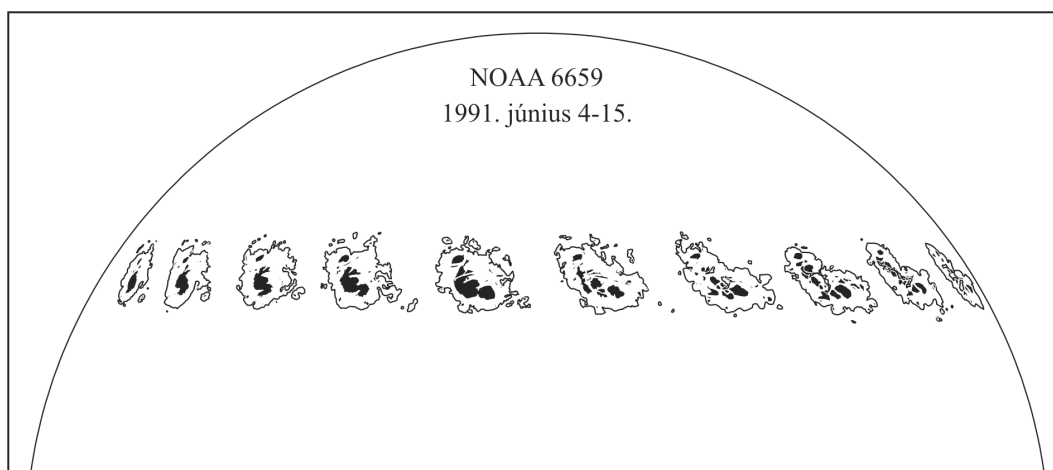


32. ábra. A NOAA 3804 aktív vidék fotoszféra- és kromoszféraképe. Itt már eléggé széthúzódt a déli bipoláris napfoltcsoport, a kromoszférában pedig látható a hatalmas filament, amely a 17-i nagy fler után hamarosan felszáll, eltűnik.

Az aktív vidék $H\alpha$ -ban is végig lett követve Debrecenben, több nagy flert (júl 9., 12., 17.) sikerült észlelni, a középsőnek csak a végét, a fler után kialakuló hurokrendszert. Mivel ez a fler is a nagy filament becsatlakozásánál történt, és az aktív vidék még elég közel volt a napperemhez, a képeken jól látható a magassági szerkezet: a filament magasabban van, mint a fényes fler-szalag (eltakarja), viszont alacsonyabban, mint a fényes hurokrendszer [28]. A 12-i nagy fler után a déli dipól addig eltorzult nagy f-foltja szabályossá válik.

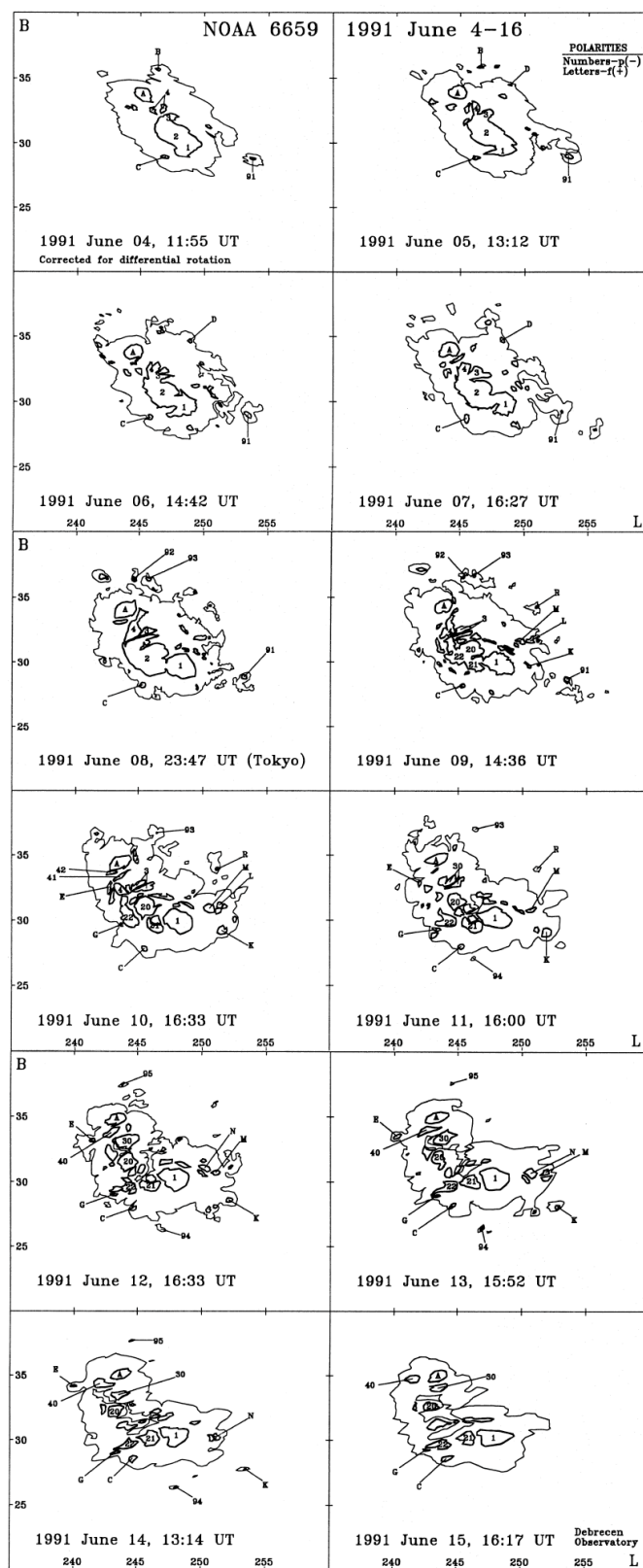
4.3. Aktív δ -konfigurációk

A δ -konfiguráció fogalmának bevezetése (Künzel 1960) azért történt, mert Künzel észrevette, hogy az ismerten aktív γ Mt Wilson mágneses osztályon belül (1. 3. rész) elkülöníthető egy különösen aktív részhalmaz, amelynek jól körülírható tulajdonságai vannak: ugyanazon penumbrában, egymás mellett, közvetlenül érintkező, vagy majdnem érintkező, ellentétes mágneses polaritású umbrák. Nagyon hamar kiderült azonban, hogy csak a δ -konfiguráció nem elég a nagy aktivitáshoz (Künzel, Mattig & Schröter 1961), egy olyan esetben, amikor mozgások révén sodródott egy penumbrába egy öreg foltcsoport f -umbrája és a mögötte lévő foltcsoport p -umbrája, a konfiguráció egyáltalán nem bizonyult aktívnek. Zirin & Liggett (1987) vizsgálták meg a fler-aktivitás és a mágneses konfiguráció kapcsolatát. Eredményük szerint az összes nagy fler δ -konfigurációban keletkezett, azonban a három lehetséges típus közül a legaktívabb az ú.n. *island delta* ("sziget delta"), amelyben egyszerre, egymáshoz közel bukkannak fel ellentétes polaritású umbrák. Aktív még az a konfiguráció is, amikor egy nagyobb folt penumbrájában bukkan föl ellentétes, *parazita* polaritás (ilyen pl. az előzőekben említett NOAA 3804 északkeleti foltja). Nem vezet azonban nagyobb aktivitáshoz, ha különálló dipólok p - ill. f -tagja sodródik egymás mellé, és így alakul ki az ú.n. 3. típusú δ -konfiguráció.

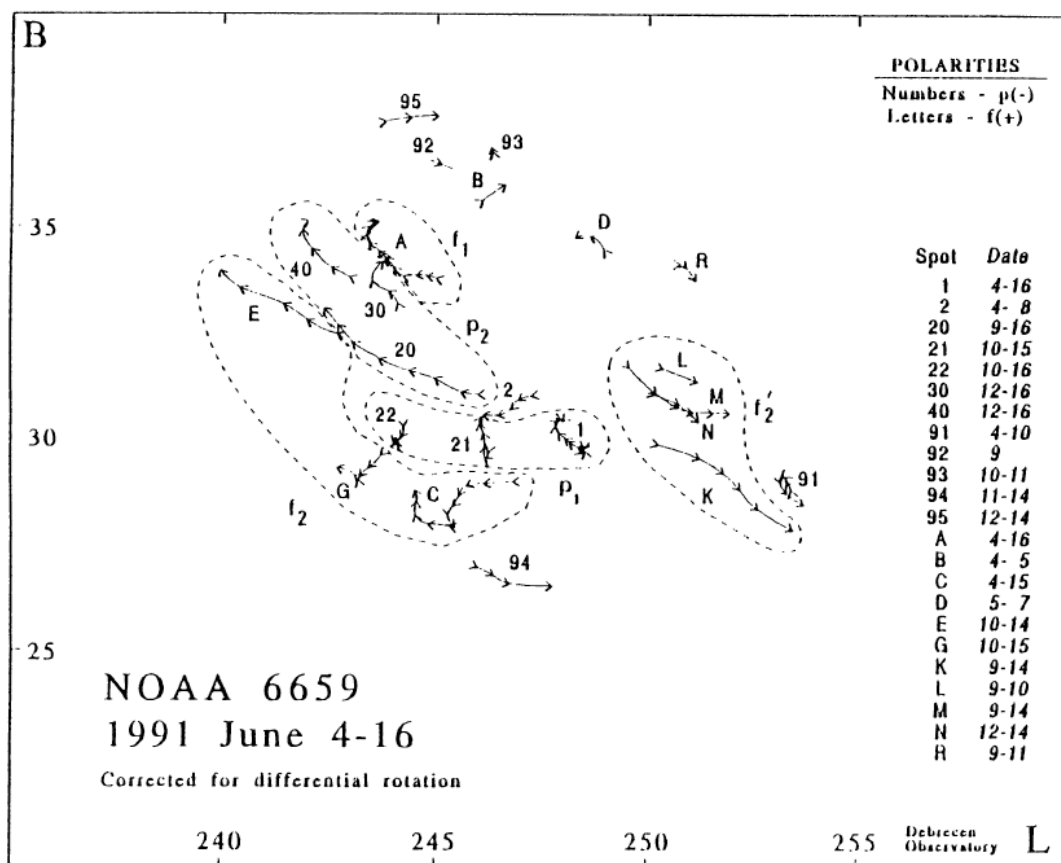


33. ábra. A NOAA 6659 aktív vidék végighaladása a napkorongon, tényleges kontúrkoordinátamérések alapján.

Az 1. típusú, *island delta* foltcsoportra jó példa az eddig megfigyelt legaktívabb napfoltcsoport, a NOAA 6659 (1991. jún. 3-16., 33. ábra). Erről világszerte elég jó megfigyelési anyag gyűlt össze a Flares 22/Max'91 nemzetközi megfigyelési programban, az űrszondák révén értesülni lehetett arról is, hogy a Nap látható félgömbjén megfigyelt 6 $X10+$ fleren kívül még négy hasonló nagyságú fler zajlott le a láthatatlan félgömbön (az Ulysses űrszonda mérései, Kane & al. 1996). Az időjárás kedvező volta miatt Debrecenben és Gyulán jó megfigyelési anyag gyűlt össze, mind fotoszféra-, mind kromoszféraészlelésekből. Ezek alapján lettek vizsgálva a csoportban végbemenő foltmozgások [41, 43] és a $H\alpha$ aktivitás is [40, 42] (a gyulai felvételeken az umbrapozíciókat Györi Lajos mérte ki). A hiányzó június 8-i fotoszféraészlelés a Tokyóból E. Hiei által küldött anyaggal lett pótolva. A foltcsoport magas héliografikus szélessége ($\sim 30^\circ$) miatt a differenciális rotációt feltétlenül figyelembe kellett venni a mozgások kiszámításánál.



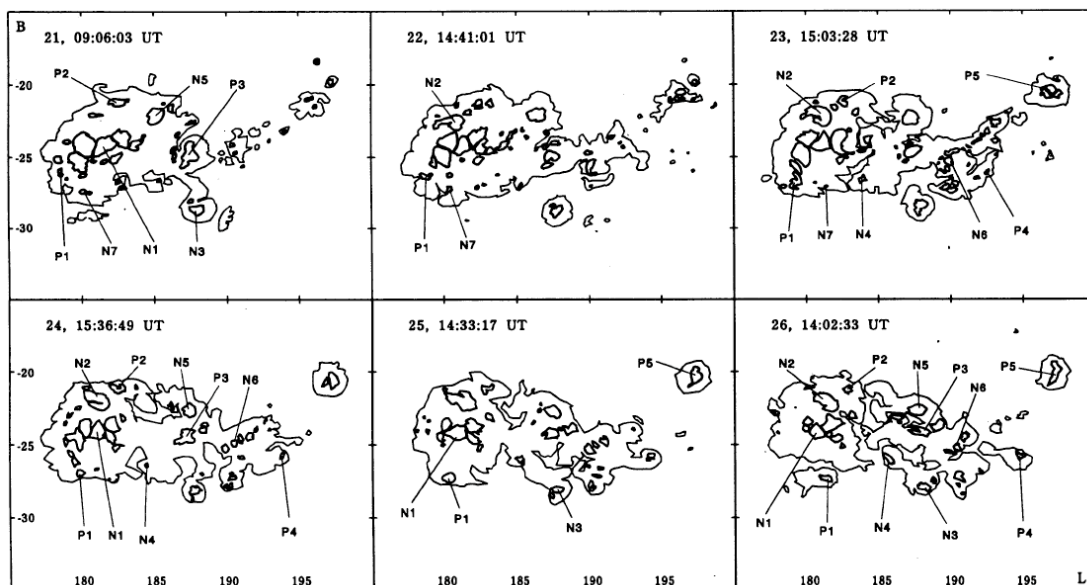
34. ábra. A NOAA 6659 aktív vidék fejlődése debreceni felvételek kontúrmérései alapján, Carrington koordinátarendszerben ábrázolva, az umbrák jelölésével (számok - p, betűk - f polaritás). A jún. 8-i, időjárás miatt hiányzó észlelés a Tokyo Astronomical Observatory anyagával lett pótolva (E. Hiei szíveségéből).



35. ábra. A NOAA 6659 aktív vidékben megfigyelhető umbrák trajektóriái, a nyílhegyek minden nap 12:00 UT-kor mutatják az umbrák helyzetét. Szaggatott vonalakkal vannak körülkerítve a hasonló mozgást mutató mozgási cellák (p_1 , p_2 , f_1 , f_2 , f'_2). Jobboldalt van felsorolva a számokkal jelölt p-polaritású és a betűkkel jelölt f-polaritású umbrák első és utolsó megfigyelési dátuma (1991 június).

A 34. ábra mutatja a foltcsoport fejlődését, a 35. ábra pedig az egyes umbrák pályáit mozgásuk során. A nagy aktivitást az okozta, hogy az alapvetően nyugodt $I-A$ dipól között, a polaritáselválasztó vonalon bukkan fel nagy mágneses fluxus, hosszabb ideig folyamatosan, a nagy flerek energiaforrásoként. A mozgások ábráján az umbrák öt csoportra oszthatók mozgásuk jellege szerint: a fő dipól részei, p_1 (I , 21 , 22) és f_1 (A), amelyek viszonylag lassan mozognak; és az újonnan felbukkanó mágneses fluxus p_2 (20 , 30 , 40), f_2 (C , E , G) a keleti oldalon és f'_2 (K , L , M , N) a nyugati oldalon. A többi kis periferiális folt csak néhány napig látszott, és az általános fejlődésben nem vettek részt. Az új fluxus dipólja alapvetően a $p_2 - f'_2$ volt, amely a fiatal dipólokra jellemző erős divergens mozgást mutatott, szokatlanul azonban a dipól fordított volt, és a p -polaritás hátrafelé, az f -polaritás előre mozgott, ráadásul a megszokott kelet-nyugati iránnyal kb. 30° -ot bezáró szögben. Ez a mozgás állandó nyírást jelentett a stabil p_1-f_1 dipól terével, ami a magnetogramokon is megfigyelhető deformációt okozott. A p_2 rész umbrái nekinyomódtak az f_1 , f_2 rész ellentétes polaritású umbráinak, a kölcsönhatásban erős deformáció figyelhető meg, ezen ahelyen történik egy fehér X12 fler jún. 11. 01:56 UT-kor. A 30, és különösen a 40 umbrák gyors mozgása A mellett súrlódó ütközésnek tekinthető, ezen a helyen következik be jún. 15-én a 2.5 fejezetben leírt fehér fler. Az f_2 rész umbrái inkább helyüknek megfelelően mozogtak, E 20-hoz, G 22-höz hasonlóan, C független volt (l. 3.1 fejezet vége).

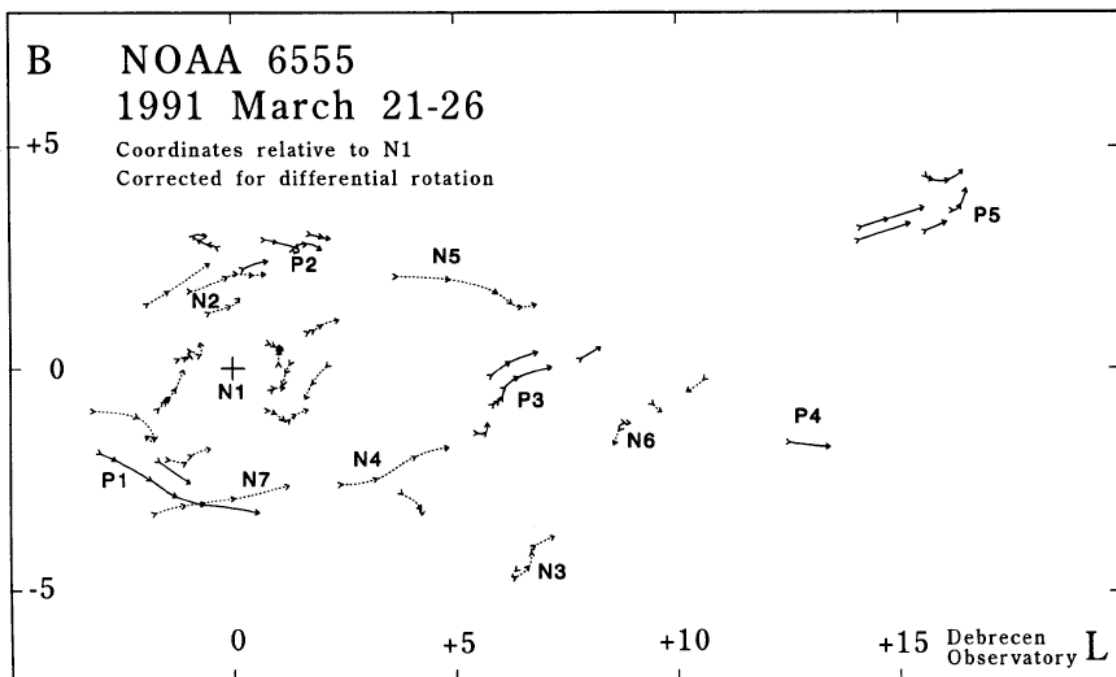
A 2. típusú δ -konfigurációra, régi, nagy folt penumbrájában felbukkanó parazita polarításra példa lehet a NOAA 6555 (1991. márc. 21-26.). Itt egy öreg, töredezett f -folt környezetében és penumbrájának keleti oldalán bukkan föl új mágneses tér, és vezet nagyobb flerekhez [45]. A vizsgálatot az motiválta, hogy a NASA MSFC-nek jó megfigyelési anyaga volt vektor-magnetogramokból és $H\alpha$ -ban erről a régióról (Ambastha, Hagyard & West 1993), Debrecenben is megfelelő anyag gyűlt össze az adott napokra. A napfoltok umbrapozícióit Csepura György mérte ki. Ebben az esetben a differenciális rotáció figyelembevétele helyett az öreg, stabil $N1$ umbrához képest képzett relatív koordináták lettek felhasználva a trajektóriák rajzolásához, mivel a foltcsoporton belüli relatív mozgások sokkal jellegzetesebb sajátágokat mutattak.



36. ábra. A NOAA 6555 aktív vidék kontúrméréseiből számolt rajzok Carrington-koordinátarendszerben. Itt kivételesen a p- (pozitív, vezető) polaritás P, az f- (negatív, követő) polaritás N betűvel van jelezve az umbrák elnevezésében (1991. március).

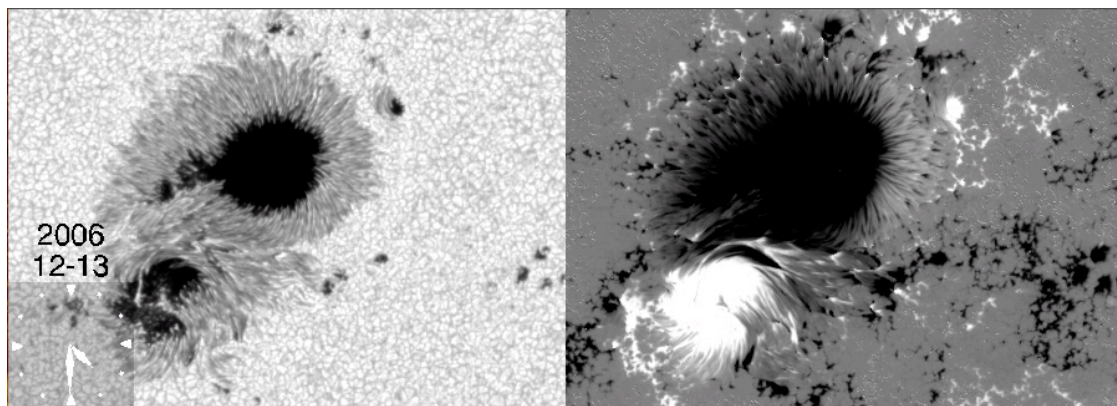
Mint a 36. ábra kontúr-rajzsorozatán is látszik, a NOAA 6555 meglehetősen szokatlan szerkezetű volt, erősen túlsúlyban lévő követő résszel, a szabálytalan alakú $N1$ umbrával, amelyet fényes hidak számos részre osztottak és a körülötte, vele kapcsolatban álló töredékekkel. Ennek penumbrájában bukkan fel márc. 21-22-én a $P1$ - $N2$ dipól, amely ráadásul abnormális, észak-déli irányítású. Az új mágneses fluxus a szokásos módon előrehalad a Nap forgásának irányában, azaz nyugatra, eközben körülfolyma a régi, töredezett f -foltot (lásd a trajektóriákat a 37. ábrán). Még erősebb a folyadék-analógia $N1$ nyugati oldalán, itt $N4$, $N5$ és $P3$ mozgása erősen emlékeztet egy hengeres akadály mögött turbulensen összezáródó áramlásra. Ez az áramlási kép motiválta később az 5.2 fejezetben leírt vizsgálatot.

Az $N1$ töredezett f -umbra keleti oldalán azonos és ellentétes polaritású új fluxus is megjelenik, érdekes megfigyelni a két különböző kölcsönhatást. Mindkettő előre halad, nyugat felé, tehát mechanikus nyírást okoz. Míg az ellentétes polaritású $P1$ kölcsönhatásából (mágneses nyírásból) nagyobb fler következik, az azonos polaritású $N2$ kölcsönhatása tisztán hidrodinamikai, egy örvény fejlődik ki a súrlódás következtében, amint ez jól látható a 36. ábra képein márc. 22-23-24-én.



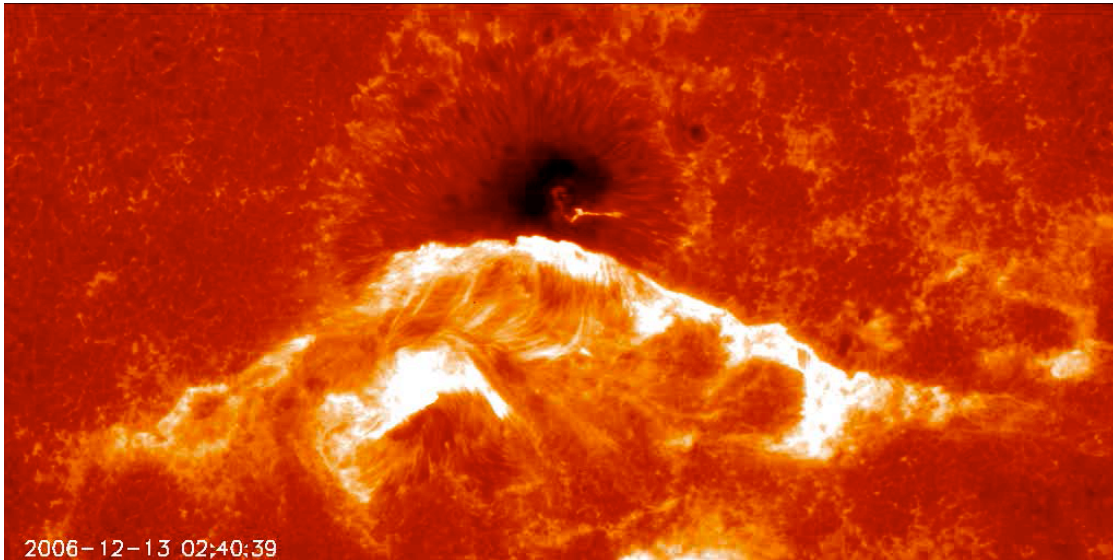
37. ábra. A NOAA 6555 aktív vidék főbb umbráinak trajektóriái a stabil N1 umbrához viszonyítva. Folytonos vonal - p-polaritás, pontozott vonal - f-polaritás. A nyílhegyek minden nap 12:00 UT-kor jelölik az umbrák pozícióját.

A legújabb megfigyelések (Kubo et al. 2007) megerősítik az eddig leírtakat. A Hinode által észlelt NOAA 10930 aktív vidékben egy nagy, öreg *p*-folt penumbrájában lévő kis *f*-umbra mellett nyugaton kezdett felbukkanni egy új dipól, amelynek hátrafelé mozgó *f*-része magával sodorta ezt a kis umbrát, nyíró mozgást és mágneses



38. ábra. A NOAA 10930 aktív vidék a Hinode SOT műszerének felvételein, közvetlenül a 4B/X3.4 nagy fler után. Jól látható a nagy folt alatt fejlődő kis dipól szétszórta p- és kompaktabb f-része, valamint az ellentétes polaritások közti mágneses nyírás (Kubo et al. 2007).

nyírást okozva (38. ábra). Együtt van tehát minden: δ -konfiguráció (2. típus), felbukkanó új mágneses fluxus és sűrűlő ütközés, ezáltal mechanikai és mágneses nyírás. Nem is késlekedik sokáig egy 4B/X4.3 fler (dec. 13, 02:14; 39. ábra), amelyet később egy 3B/X1.5 nagyságú követ dec. 14-én 21:07 UT-kor.



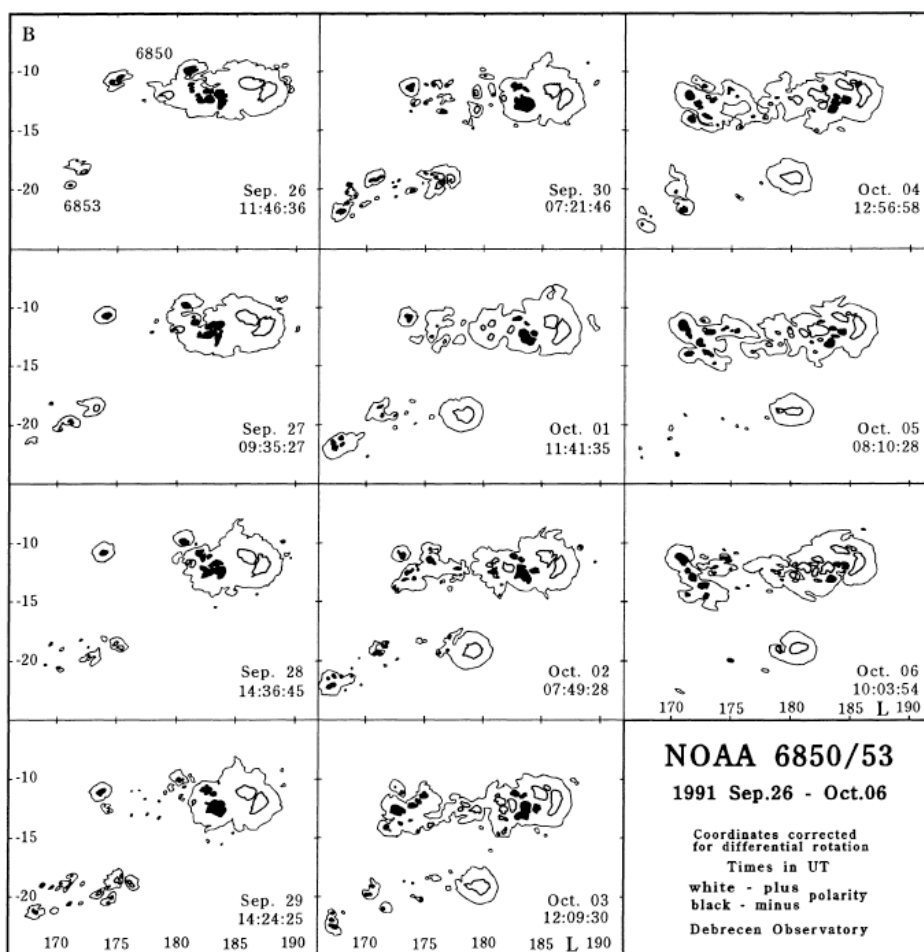
39. ábra. A 2006. dec. 13-i 4B/X3.4 fler képe a hurokrendszer kialakulásának kezdetén a Hinode japán műhold kromoszféra-felvételén. Látható, hogy a fler a fő polaritás-elválasztó vonal két oldalán helyezkedik el, központja az erős nyírás helyén található. (http://science.nasa.gov/headlines/y2007/24apr_hubble4sun.htm)

4.4. Inaktív δ -konfigurációk

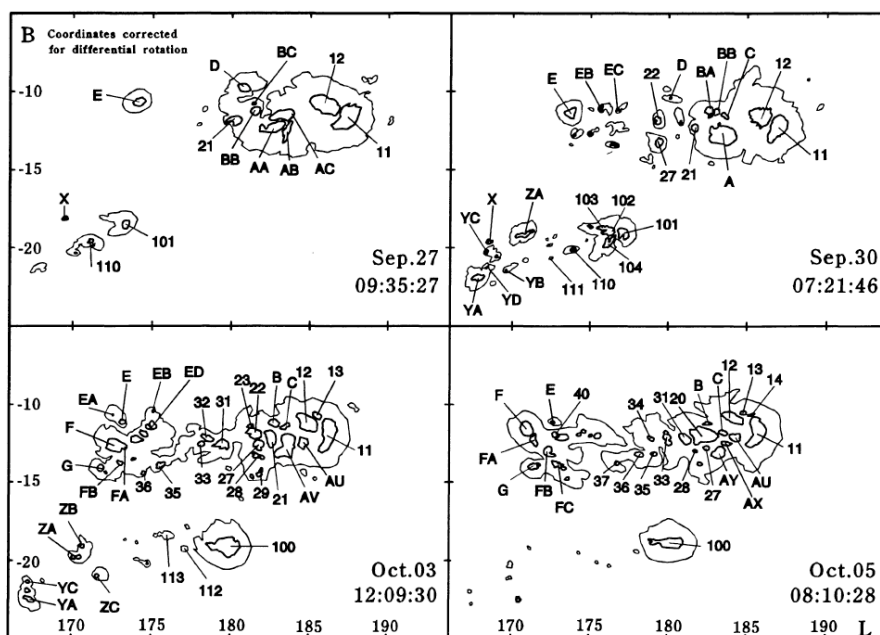
Rögtön a δ -konfiguráció bevezetése, és aktivitásának megállapítása után már ellenpéldát is sikerült találni (Künzel, Mattig & Schröter 1961). Ebben az esetben két, egymás mögött található napfoltcsoport foltjai közül a hátsó p -foltja és az első f -foltja sodródott egymás mellé és olvadt össze közös penumbrába, különösebb aktivitás-növekedés nélkül. A fleraktivitáshoz hozzájárulhat az új mágneses fluxus felbukkanása és az umbrák ütközése, ezért érdemes olyan napfoltcsoportokat is megvizsgálni, amelyek mágneses szerkezete bonyolult ($\beta\gamma\delta$), de mégsem aktívak.

Az inaktív δ -konfigurációk közül elsőnek a NOAA 6850 vidék (1991. szept. 26 - okt. 06) vizsgálata történt meg [44, 47] (40., 41. ábra). Ez egy viszonylag kompakt, látszólag bipoláris vidékként fordult be a napkorong keleti szélén. Szerkezete annyiból volt szokatlan, hogy a p -része két, egyforma nagyságú, egymás mellett lévő umbrából (11, 12; 41. ábra) állt, és ugyanennek az elnyúlt penumbrának a közepén hasonló összterületű, de szétszórtabb f -umbrák foglaltak helyet, és végül egy kisebb p -polaritású umbra (21). A nagy penumbrát egy különálló f -folt (E) követte, amely okt. 6-ig megmaradt. Ettől az aktív vidéktől délre fejlődött ki a 4.1. fejezetben ismertetett NOAA 6853, a két vidéket elválasztó vonal mentén zajlott a 2.4. fejezetben leírt fler.

A NOAA 6850-ben mélyreható változások kezdődtek szept. 29-én, amikor a csoport belsejében, 21 és E közt új mágneses fluxus kezd felbukkanni. Ez zavarhatta meg a mágneses teret, amely a két foltcsoport közti 3B/M7.3 flerhez vezetett szept. 29-én 15:13-kor. A fejlődés tetten érhető az umbrák mozgásaiban is: a stabil umbrák (11, 12, E) mozgásiránya megváltozik (42. ábra). Az új fluxus, szokásához híven, gyors széttartó mozgásba kezd, eközben az előre mozgó p -rész (20 és környéke) beszorítja a középső f -részt (A és későbbi töredékei) maga és a 11, 12 umbrák közé. Az eredmény az f -polaritás elsüllyedése (l. 3.2. fejezet). A 21 umbra előre mozgása során okt. 2-án eléri az A -t, elképzelhető, hogy ez indítja el A felbomlását a következő



40. ábra. A NOAA 6850 és 6853 aktív vidékek fejlődése kontúrmérések alapján, Carrington koordinátarendszerben, korrigálva a differenciális rotációra. A p-polaritású umbrák (vastag kontúr) fehérek, az f-polaritásúak feketék.

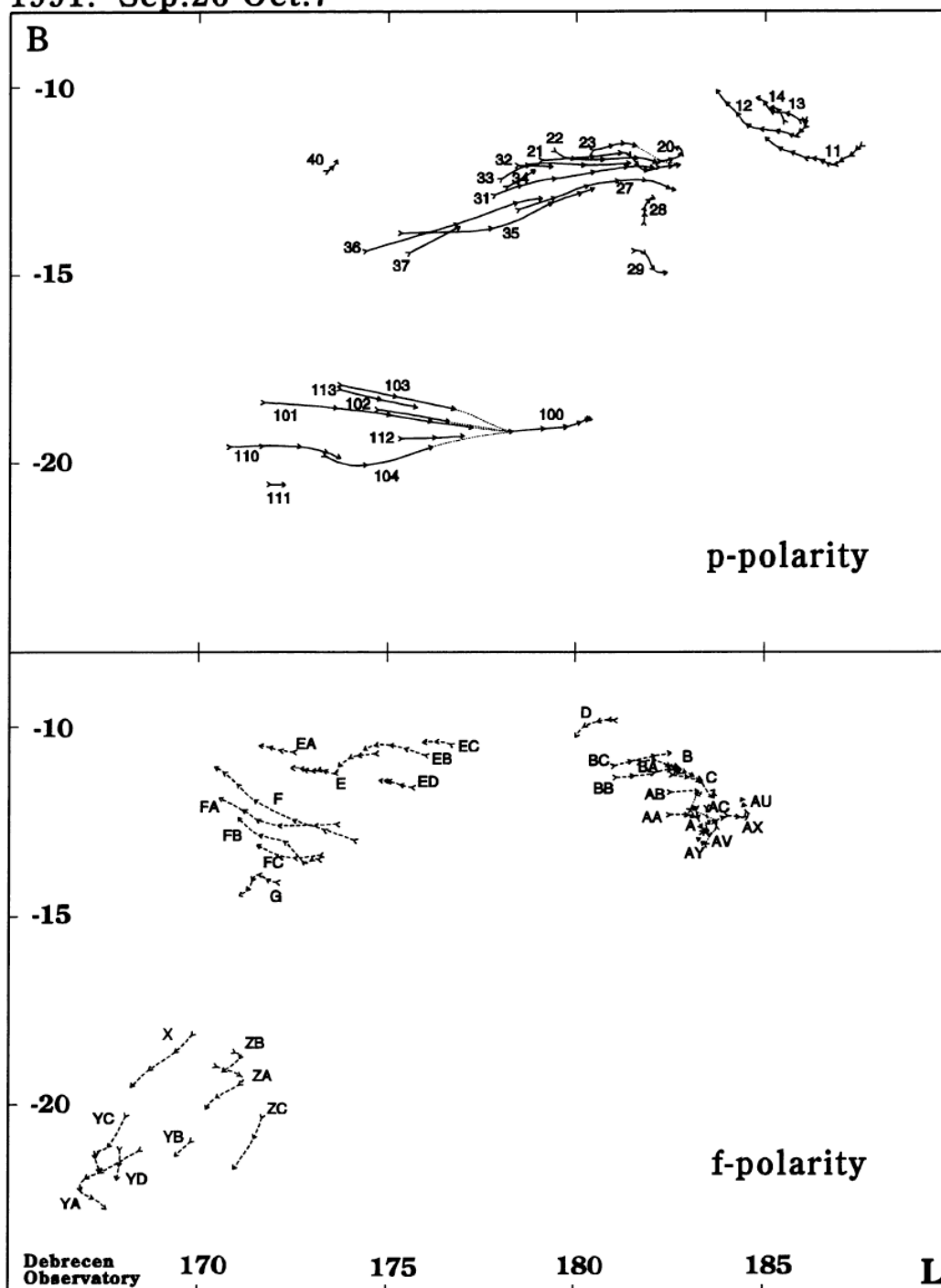


41. ábra. Az umbrák jelölése a NOAA 6850/53 aktív vidékekben. Számmal jelöltek - p-polaritás, betűvel - f-polaritás.

napokban. Az előre törekvő p -umbrák összetorlódhatnak összeolvadnak (20), ez közben nekiütközve az f -polaritású résznek (AX , AY , C), egyszerűen visszapattan róla. Az öreg dupla umbra (11, 12) majdnem zavartalanul driftel hátrafelé, csak a mozgás iránya változik kissé a keletről érkező nyomás hatására, és érezhetően deformálódhatnak is.

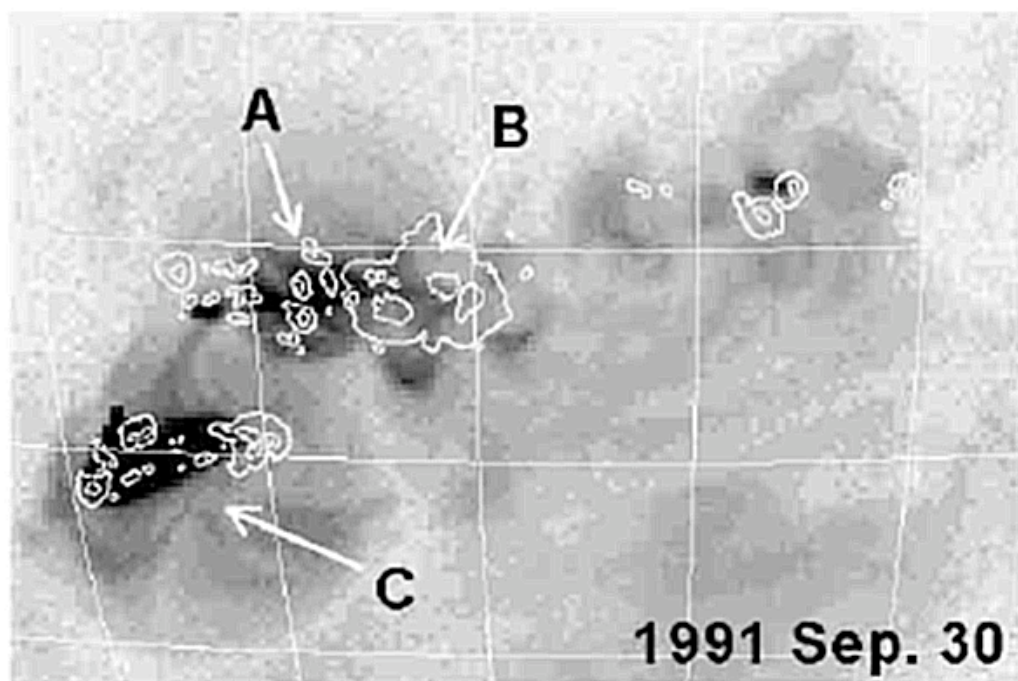
NOAA 6850/53

1991. Sep.26-Oct.7



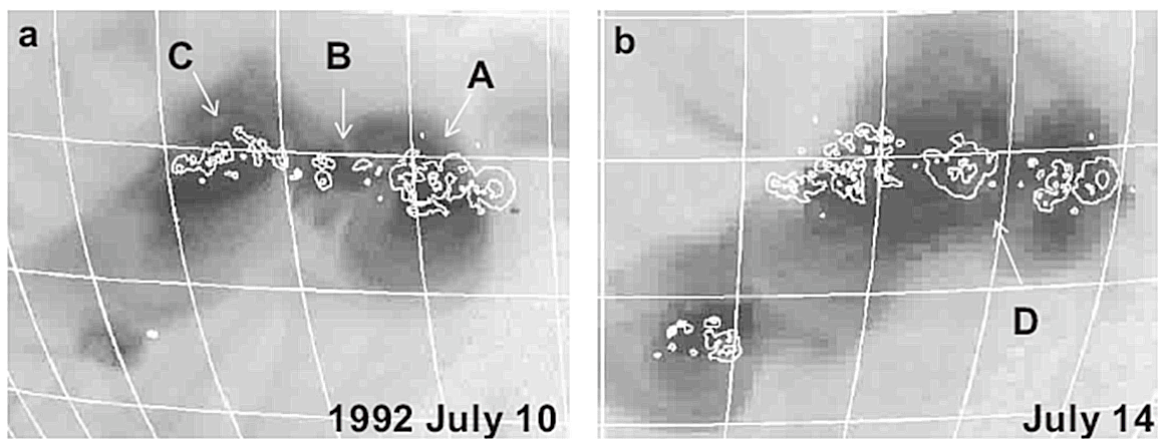
42. ábra. Az umbrák mozgása a NOAA 6850/53 bonyolult aktív vidékben. Az áttekinthetőség miatt a p - és f -polaritású umbrák külön vannak feltüntetve. A nyílhegyek minden nap a 12:00 UT-kor elfoglalt helyzetet jelölik.

Maga a NOAA 6850/53 aktív vidék csak kis része volt a napfelület ezen a részén fejlődő aktivitási komplexumnak (*active nest*), amely 1991. aug. 8. (1845. Carrington rotáció) és 1992. ápr. 14. közt (1854. Carrington rotáció) élt [47]. A legnagyobb kifejezettségét és aktivitását a komplexum az előbbieken leírt események utáni rotációban érte el, amikor mint NOAA 6891/92 tért vissza (l. 5.2. fejezet). A NOAA 6850 esetében a mozgások során bár történtek összeütközések ellentétes polaritású umbrák közt, de ezek egyike sem volt súroló, tehát nyírás nem volt megfigyelhető. Egy másik lehetséges okot a csekélyebb aktivitásra az aktív vidék feletti napkorona szerkezetének vizsgálata ad (47-48. ábra, [56]).



43. ábra. A Yohkoh műhold röntgenfelvétele a napkoronáról (negatív) a NOAA 6850-ről és környékéről a napfoltok rajzával a kontúrmérésekből. A betűk az ellentétes polaritásokat összekötő fényes (a negatívon sötét) hurokrendszereket jelölik a felbukkanó új dipólban (A), lényegesen halványabb a régi dipól-rendszer (B) és nagyon fényes a gyorsan fejlődő kis foltcsoport (C). A régi és új mágneses rendszereket összekötő hurok nem fordul elő, csak a két foltcsoport közt.

Hasonlóan inaktív volt, az újonnan felbukkanó mágneses tér, bonyolult mágneses szerkezet és az ütköző mozgások ellenére a 3.2. fejezetben leírt NOAA 7220/22 aktív vidék is [56]. Igaz, itt nem alakult ki δ -konfiguráció, de jelentős mágneses fluxus tűnt el a mozgások következtében. Érdekes megnézni, hogy vajon van-e valami fizikai körülmény, ami magyarázza a csekély aktivitást. Szemügyre véve a Yohkoh műhold által készített koronaképeket a NOAA 6850 és 7220/22 vidékekről (43-44. ábra, [56]) látható, hogy mindkét esetben a régi és az új mágneses tér különállóan létezik, a napkoronában nem figyelhetők meg összekötő hurkok a régi és az új mágneses fluxusok közt. A NOAA 6850 esetében a 43. ábrán látható egy összekötő hurok az új fluxus f -része és a tőle délre fejlődő NOAA 6853 p -része közt, itt a kölcsönhatásra utal az előző nap lezajlott nagy flar is (2.4. fejezet).



44. ábra. A Yohkoh koronaképei (negatívok) a NOAA 7220/22 vidékről, a napfoltok rajzával. Az **a** képen látható a három dipól különálló hurokrendszere: a 7220 bipoláris f-része (A), a 7220 és 7222 közti dipól (B) és a gyorsan fejlődő 7222 (C). A **b** képen a 7220 és a 7222 hurokrendszerei között megfigyelhető hézag van jelölve (D).