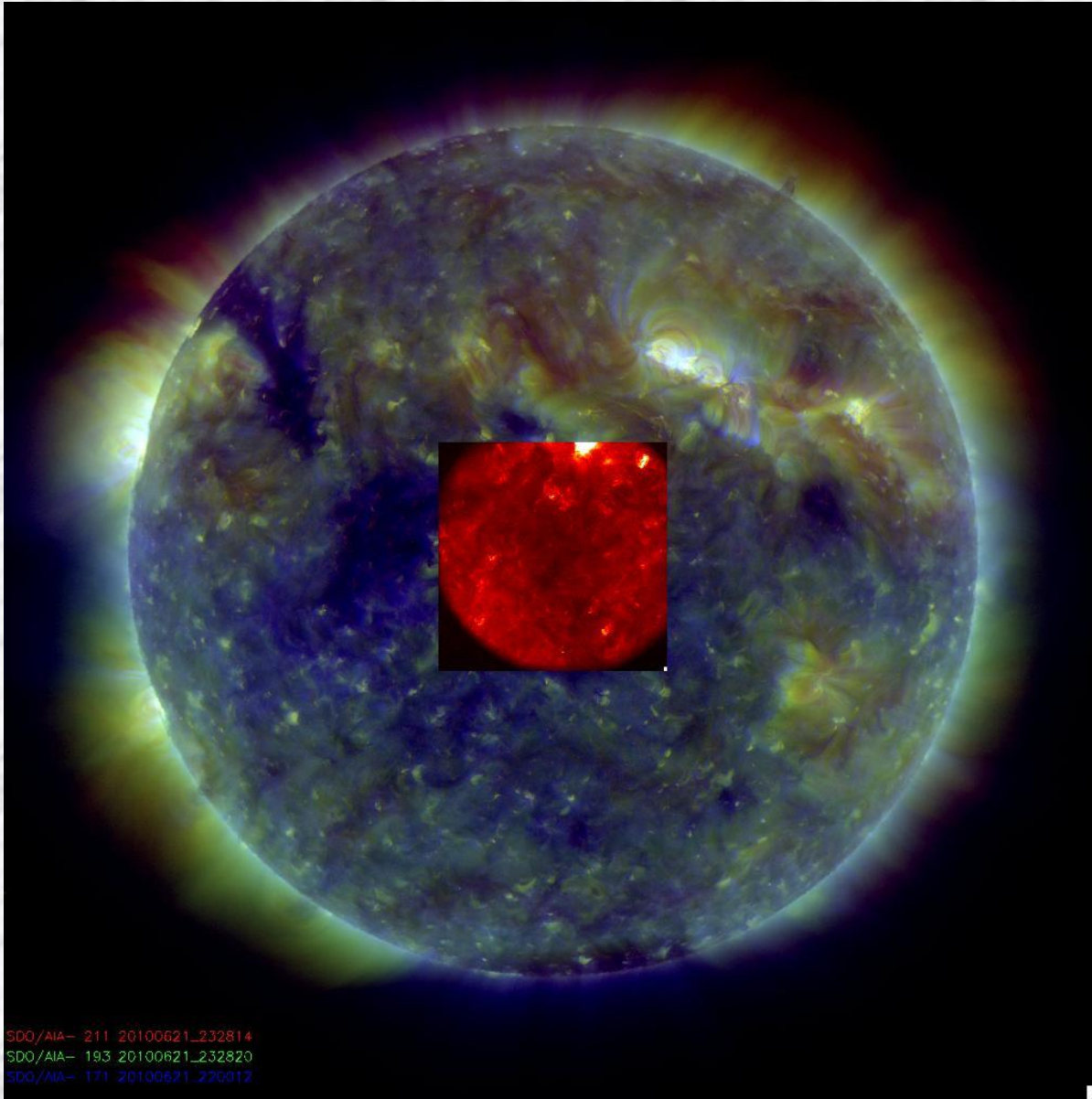


Zjawiska eruptywne a otaczające pole magnetyczne w koronie.

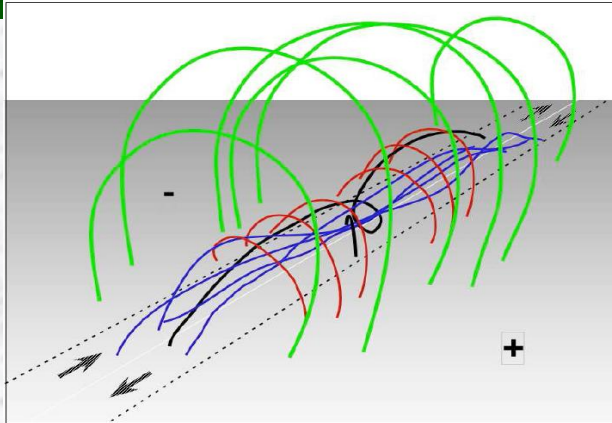
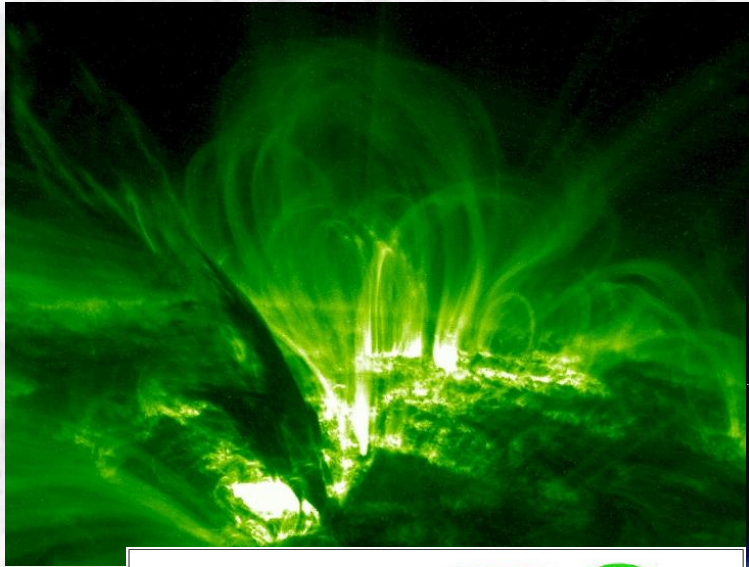
Prolog: Ostatnie zdjęcie TRACE



**21 czerwca 2010 r.
23:57 UT**

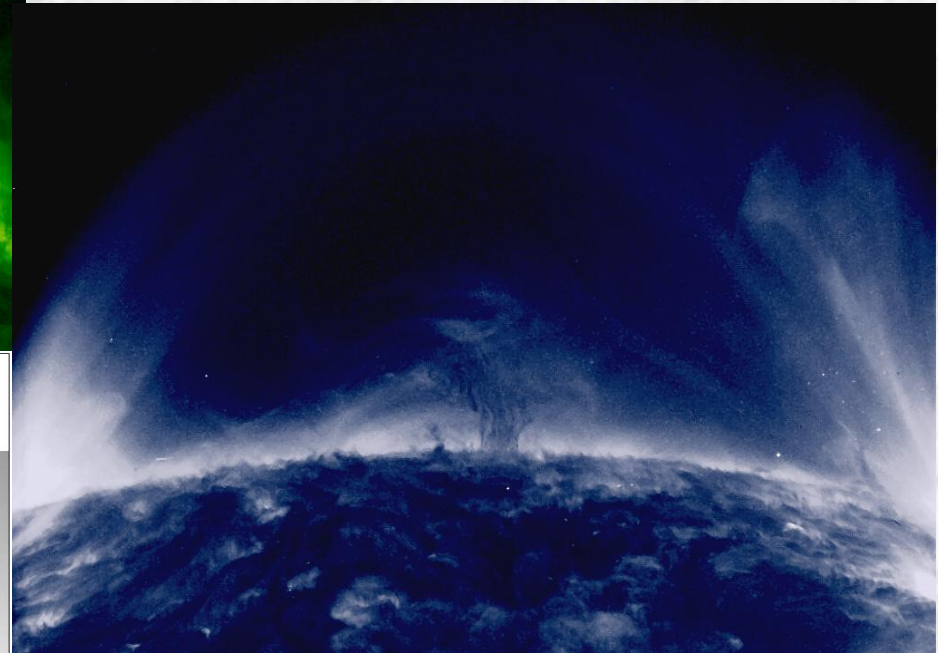
TRACE + SDO/AIA

Pole w koronie



D.H. Mackay, J.T. Karpen, J.L. Ballester,
B. Schmieder, G. Aulanier

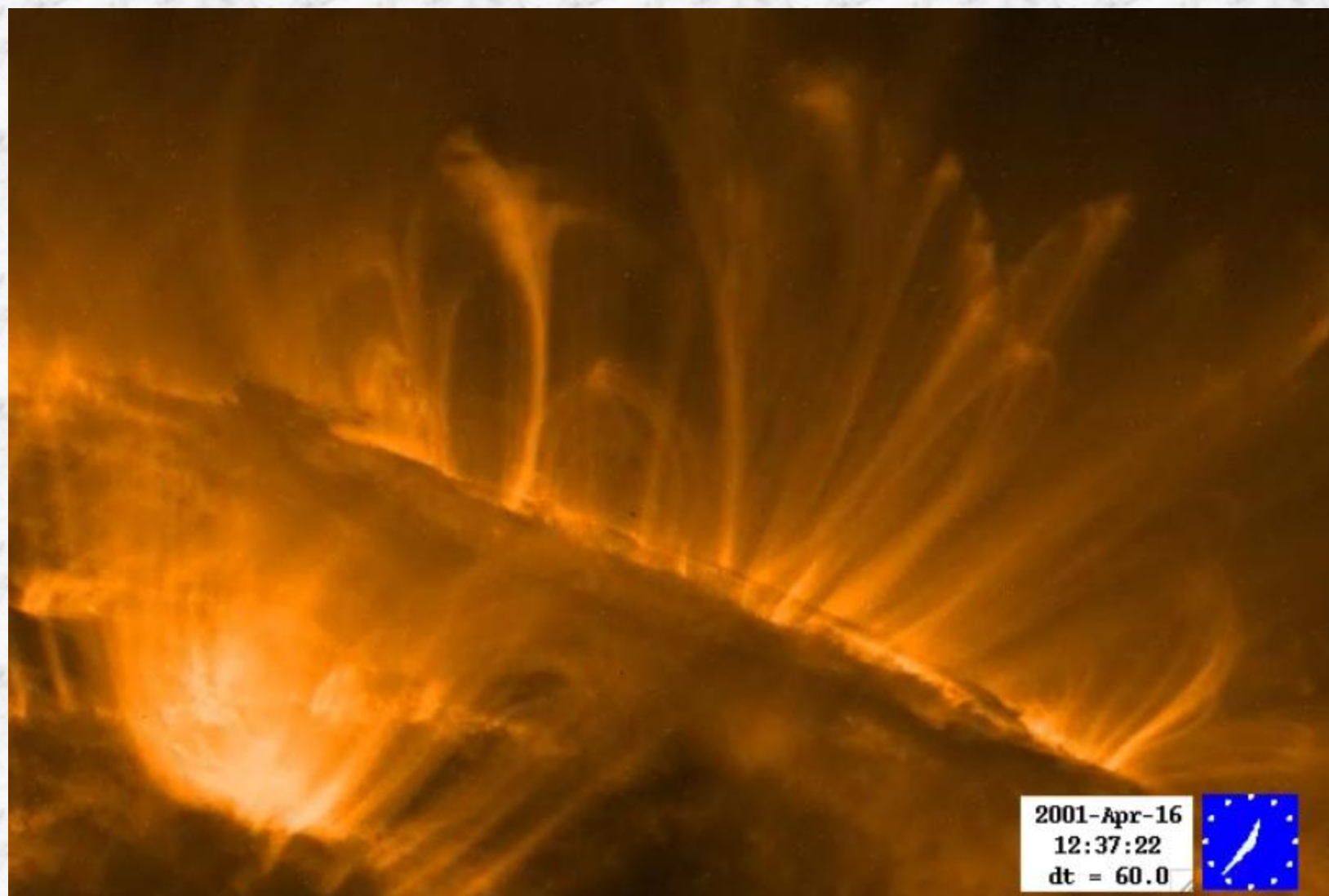
<http://arxiv.org/abs/1001.1635v1>



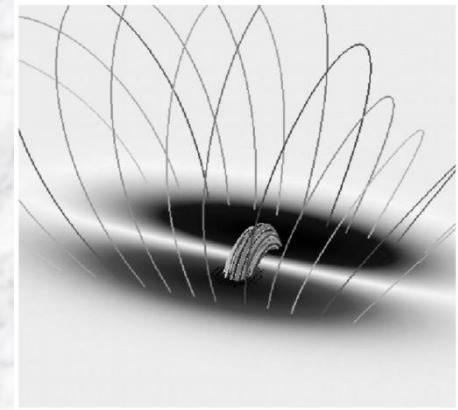
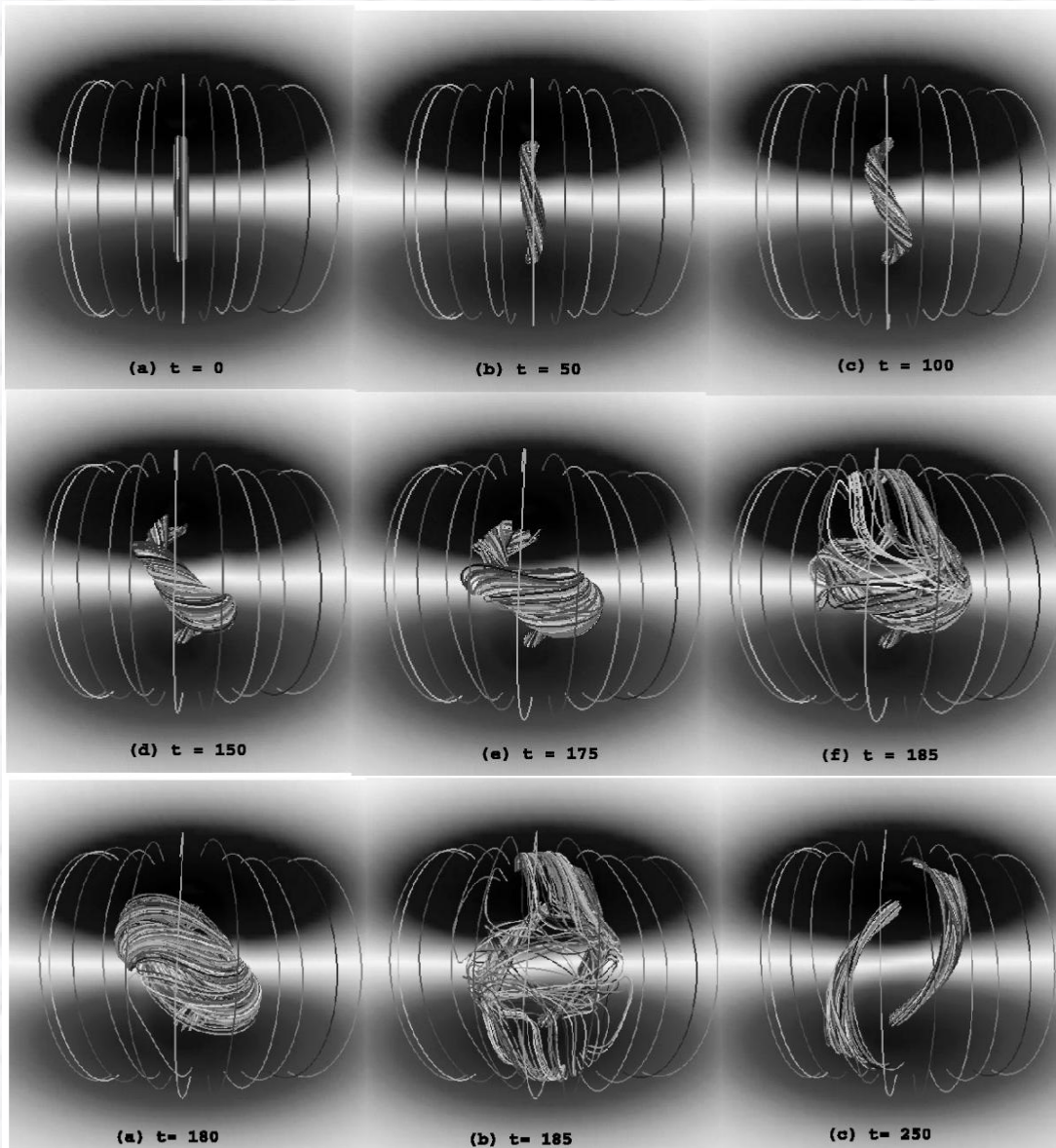
Rury magnetyczne podczas erupcji muszą napotkać większe struktury.

Podczas oddziaływania z nimi dochodzi do wyhamowania, przyspieszania, przełączeń itd.

Pole w koronie



Widoczne są zarówno erupcje uciekające od Słońca jak i zatrzymane (3 lub więcej)



Pierwsza faza (górny rząd)
systematyczne skręcanie rury

Druga faza (środkowy) struktura nie
mogąc osiągnąć stanu równowagowego
rozwija się bardzo dynamicznie

Trzecia faza (dolny) rozwijająca się
struktura napotyka zewnętrzne pole,
dochodzi do przełączenia (przyspieszenie
cząstek?) i równowagi

Zatrzymywane są tylko erupcje związane
ze słabymi rozbłyskami ?

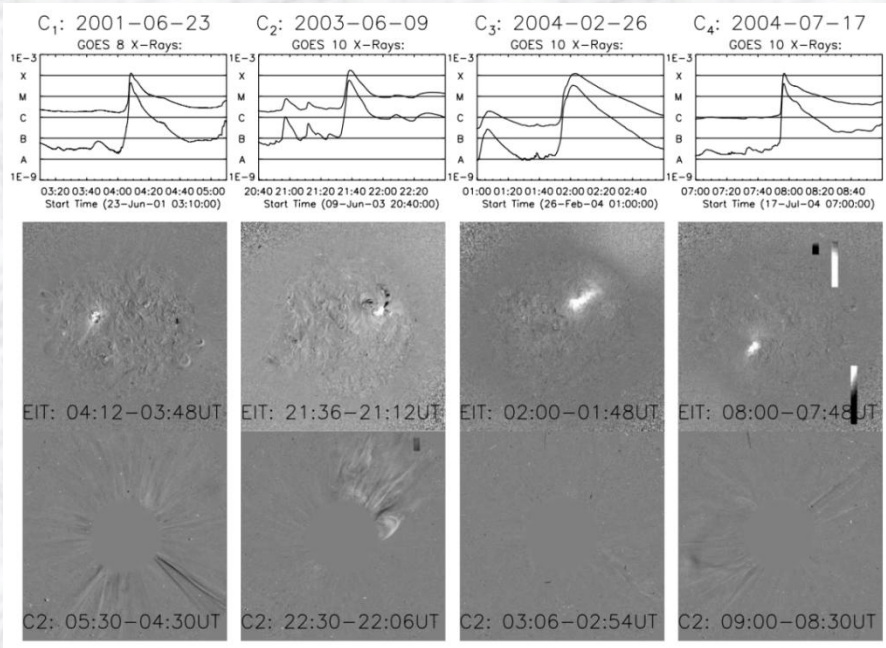
lata 1996-2004: 104 rozbłyski klasy X
 rozbłysk bez CME – jeżeli do 30 minut przed i po początku rozbłysku nie zaobserwowano CME
 znaleziono 11 rozbłysków klasy X bez CME (11%)

No.	Label	Date	Beginning (UT)	T_R^a (minutes)	T_D^b (minutes)	Class	Location	NOAA AR	CME \mathcal{V} /Width ^c	Comment
Confined Flares										
1.....	...	2000 Jun 6	13:30	9.0	7.0	X1.1	N20, E18	9026	...	Contained by a preceding and a following M-class flare (Y)
2.....	...	2000 Sep 30	23:13	8.0	7.0	X1.2	N07, W91	9169	...	Limb event (G, Y)
3.....	...	2001 Apr 2	10:04	10.0	6.0	X1.4	N17, W60	9393	...	Contained by a preceding eruptive flare (Y)
4.....	C ₁	2001 Jun 23	04:02	6.0	3.0	X1.2	N10, E23	9511	...	(Y)
5.....	C ₂	2003 Jun 9	21:31	8.0	4.0	X1.7	N12, W33	10374	...	
6.....	C ₃	2004 Feb 26	01:50	13.0	7.0	X1.1	N14, W14	10564	...	
7.....	...	2004 Jul 15	18:15	9.0	4.0	X1.6	S11, E45	10649	...	
8.....	...	2004 Jul 16	01:43	23.0	6.0	X1.3	S11, E41	10649	...	
9.....	...	2004 Jul 16	10:32	9.0	5.0	X1.1	S10, E36	10649	...	
10.....	...	2004 Jul 16	13:49	6.0	6.0	X3.6	S10, E35	10649	...	
11.....	C ₄	2004 Jul 17	07:51	6.0	2.0	X1.0	S11, E24	10649	...	Events 7–11 all from the same AR
Eruptive Flares										
1.....	E ₁	1998 May 2	13:31	11.0	9.0	X1.1	S15, W15	8210	936/halo	
2.....	E ₂	2000 Mar 2	08:20	8.0	3.0	X1.1	S18, W54	8882	776/62°	
3.....	E ₃	2000 Nov 24	04:55	7.0	6.0	X2.0	N19, W05	9236	1289/halo	
4.....	E ₄	2004 Oct 30	11:38	8.0	4.0	X1.2	N13, W25	10691	427/halo	

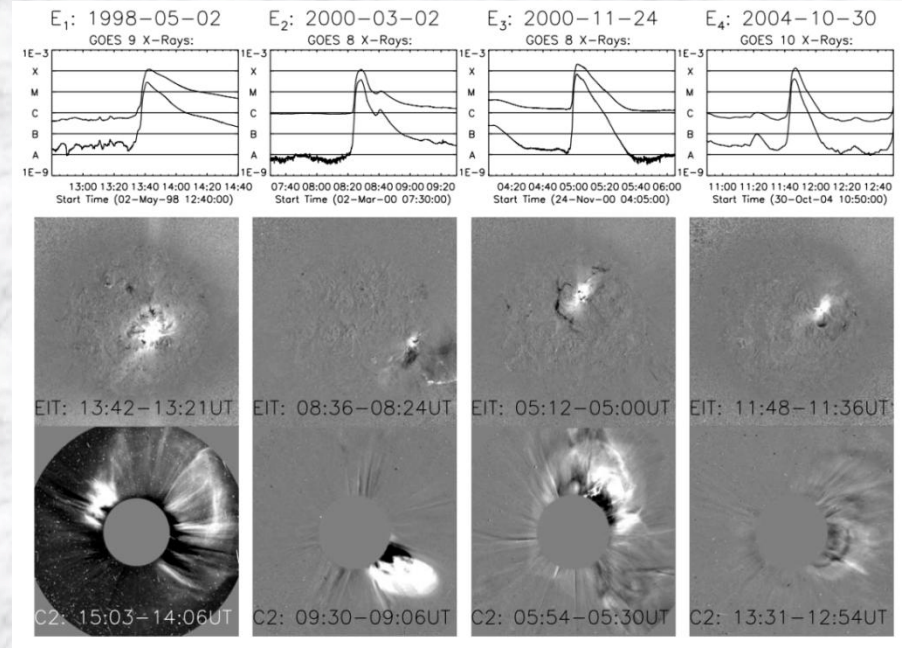
Do porównania wybrano rozbłyski stowarzyszone z CME :

- podobne czasy narastania i zaniku
- klasa od X1.0 do X2.0
- położenie od E60 do W60 (ze względu na MDI)

bez CME



z CME





26 II 2004 r.

Rozbłyski bez CME są położone bliżej centrum obszaru aktywnego

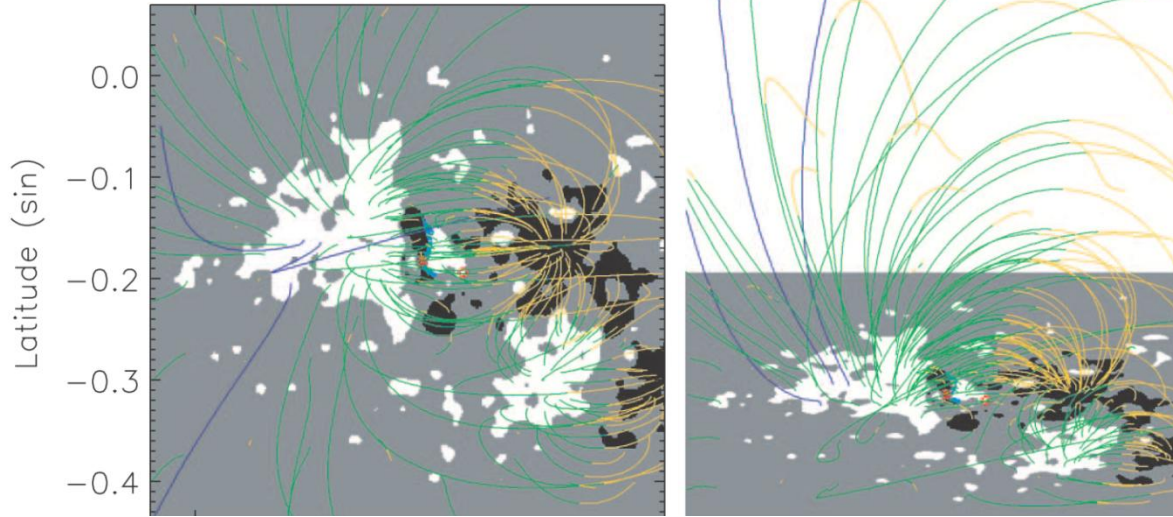
Brak wyraźnych różnic w przypadku strumienia

biały: >50G, czarny: <-50G, szarości: wartości pośrednie

Określono położenie rozbłysku i obszaru aktywnego za pomocą centroidów liczonych na obrazach EIT i MDI

Event	Date	Flux ^a (10 ¹³ Wb)	Distance ^b (Mm)
Confined Flares			
C ₁	2001 Jun 23	5	6
C ₂	2003 Jun 9	36	17
C ₃	2004 Feb 26	23	8
C ₄	2004 Jul 17	34	10
Eruptive Flares			
E ₁	1998 May 2	17	22
E ₂	2000 Mar 2	24	33
E ₃	2000 Nov 24	18	37
E ₄	2004 Oct 30	11	29

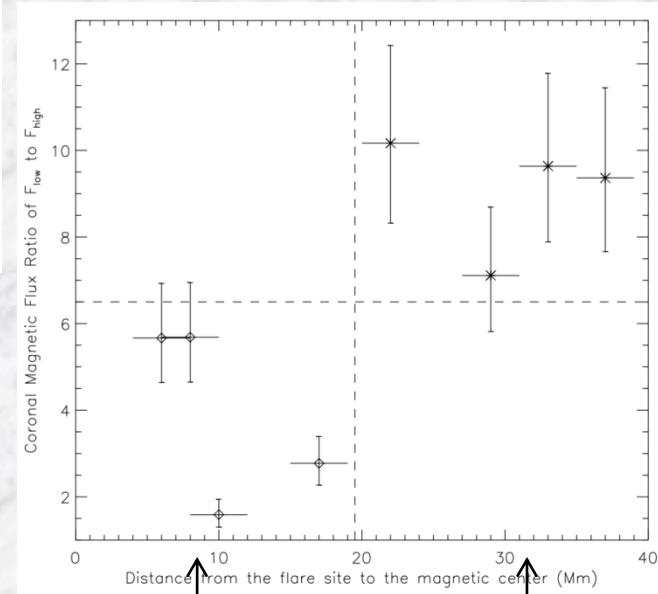
2004-07-17 Event



Uzyskane wyniki wskazują, że duży udział w powstrzymaniu erupcji może mieć silniejsze pole obecne w koronie (małe wartości F_l/F_h) oraz położenie rozbłysku w obszarze aktywnym

Powinniśmy w takim razie widzieć inne sygnatury takiego oddziaływania.

Event	Date	F_{total} (10^{10} Wb Mm $^{-1}$)	F_{low} (10^{10} Wb Mm $^{-1}$)	F_{high} (10^{10} Wb Mm $^{-1}$)	F_{low}/F_{high}
Confined Flares					
C ₁	2001 Jun 23	0.40	0.34	0.06	5.67
C ₂	2003 Jun 9	0.83	0.61	0.22	2.77
C ₃	2004 Feb 26	1.27	1.08	0.19	5.68
C ₄	2004 Jul 17	1.19	0.73	0.46	1.59
Eruptive Flares					
E ₁	1998 May 2	1.34	1.22	0.12	10.17
E ₂	2000 Mar 2	1.17	1.06	0.11	9.64
E ₃	2000 Nov 24	1.14	1.03	0.11	9.36
E ₄	2004 Oct 30	0.73	0.64	0.09	7.11



zatrzymane

rozwinięte

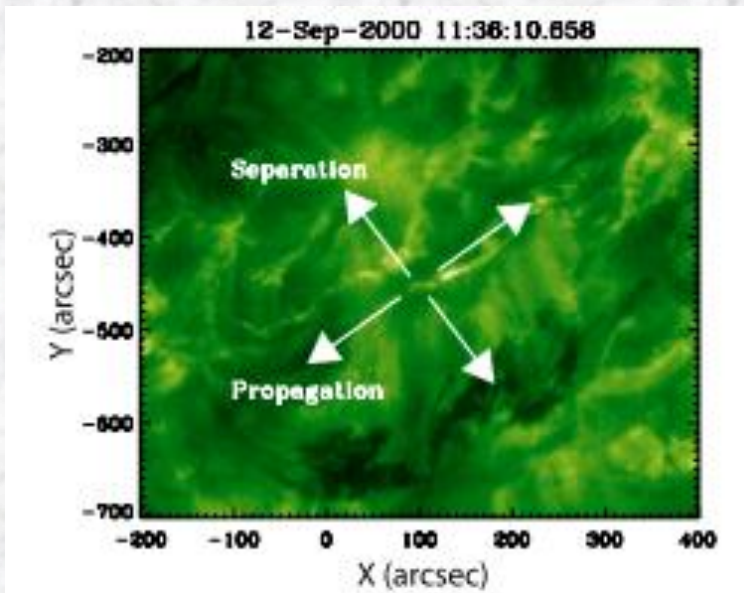
Date	Time UT	Heliographic Location	Direction of Propagation	Speed km s ⁻¹
06-Dec.-1997	19:51	29N 43W	NE-SW	–
05-Jun.-1998	05:51	29S 16W	SE-NW	25
18-Jun.-1998	05:20	35S 33W	SE-NW	–
18-Apr.-1999	11:36	17N 5W	Both directions from center	34
24-Jun.-1999	14:36	32N 8W	SW-NE	32
13-Oct.-1999	12:36	43N 13W	NE-SW	–
04-Sep.-2000	08:12	25N 33W	N-S	91
12-Sep.-2000	13:48	19S 06W	Both directions from the center	68
17-Nov.-2000	07:26	48S 24W	W-E	24
20-Jul.-2001	05:36	20N 29W	SW-NE	25
31-Jul.-2001	09:11	24S 04W	NW-SE	43
31-Jul.-2001	12:55	33S 14W	SE-NW	15
20-Dec.-2001	04:36	34S 48E	S-N	35
02-Mar.-2002	19:41	29S 79E	S-N	111
15-Sep.-2002	23:48	32N 65E	NE-SW	50
24-Nov.-2002	22:24	18N 38E	S-N	104
21-Dec.-2002	05:48	39N 12E	SW-NE	13

Post-Eruptive Arcades (PEA)

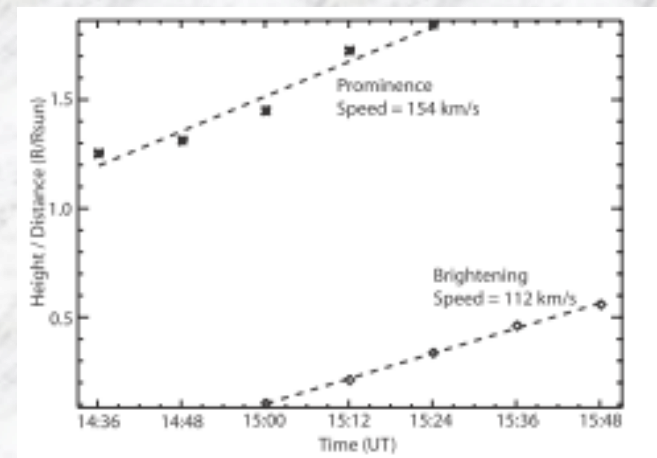
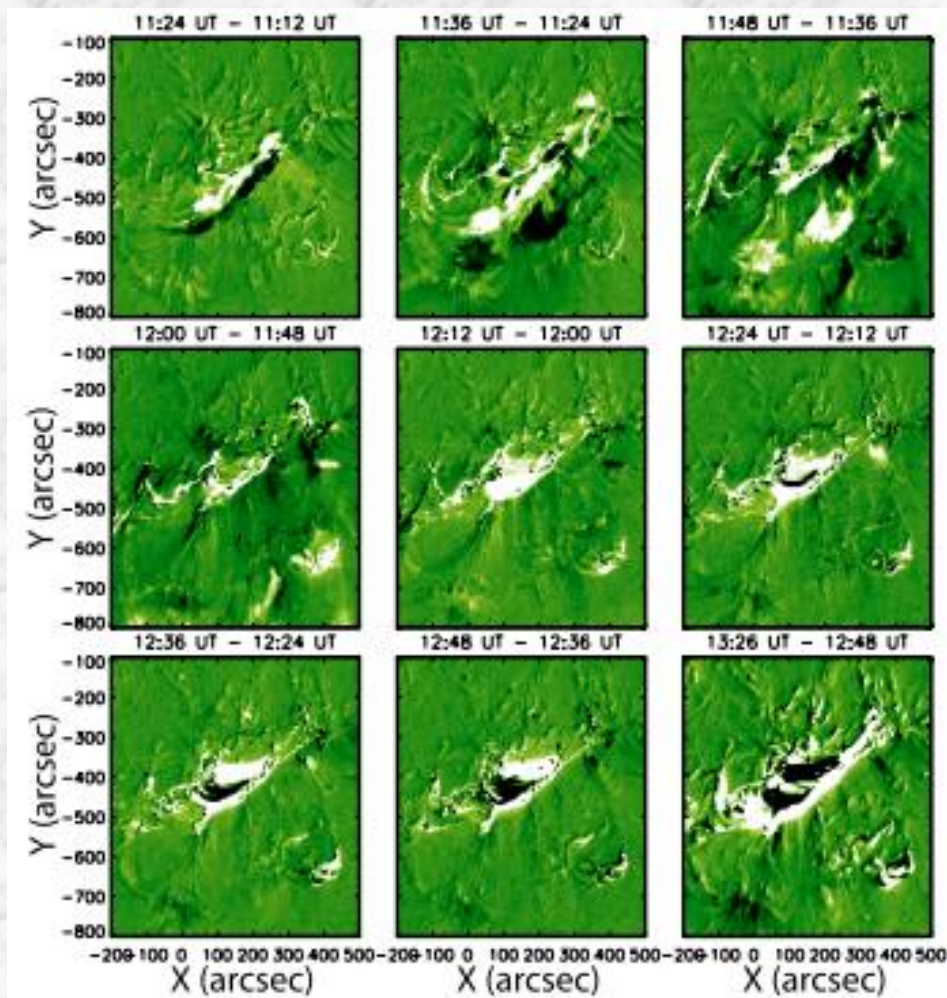
Wybrano zjawiska o rozmiarze większym niż 15°
(prostsza struktura, dłuższe czasy trwania – rozdzielczość
danych z EIT: 12 s)

Dwa rodzaje przemieszczania pojaśnień obserwowanych
po erupcji:

1. separacja – oddalanie się wstęg arkady
2. propagacja – ruch wzdłuż linii neutralnej

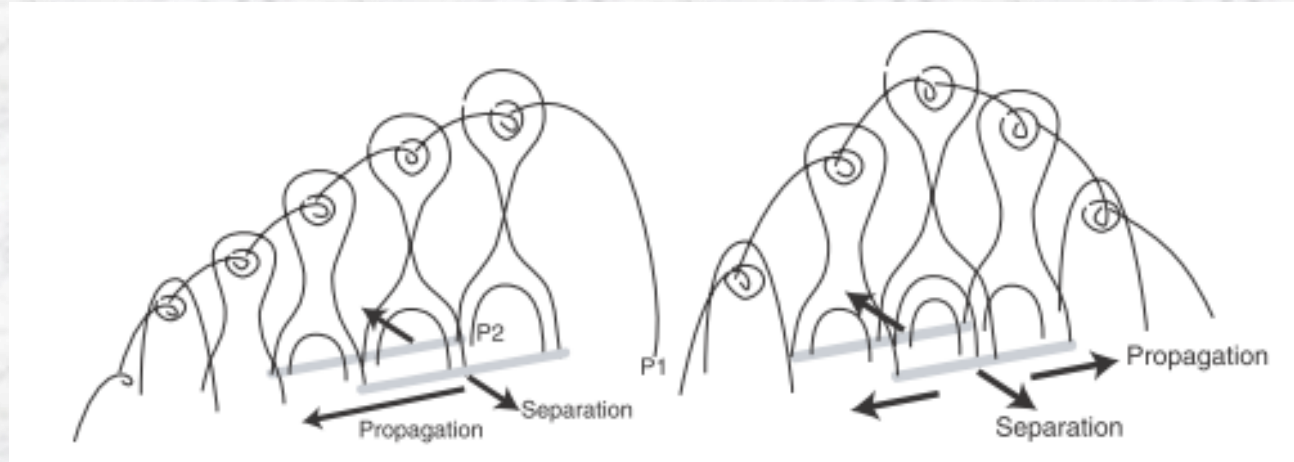
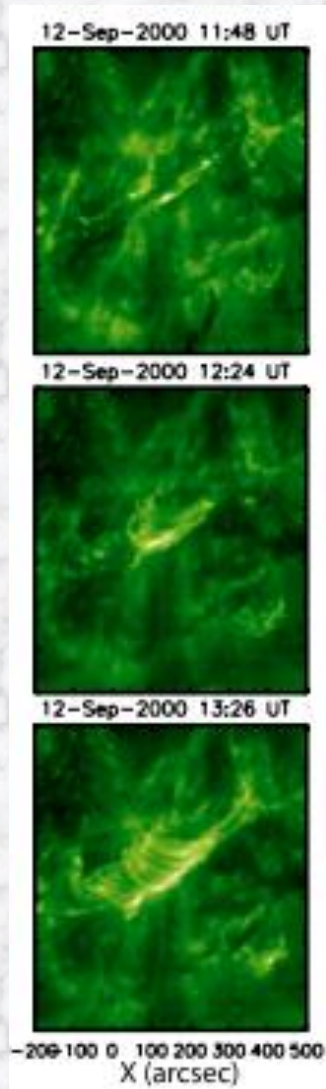


12.09.2000 r.



Erupcja symetryczna

Prędkość propagacji: 112 km/s

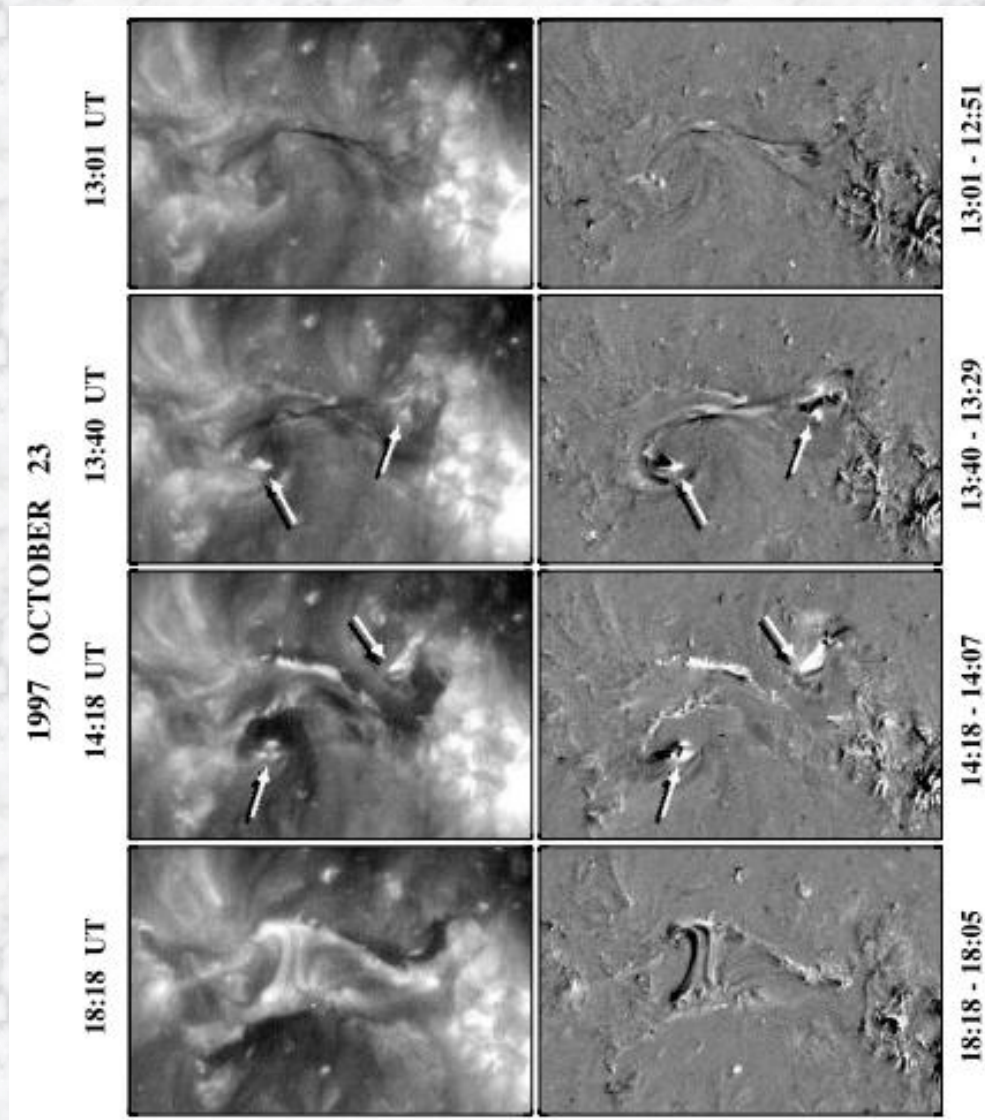


Kierunek propagacji pojaśnień jest zawsze zgodny z kierunkiem erupcji włókna (w przypadku erupcji asymetrycznej)

Prędkość propagacji pojaśnień jest skorelowana z prędkością erupcji

Pojaśnienia w stopach są obserwowane dużo wcześniej niż pętle arkady

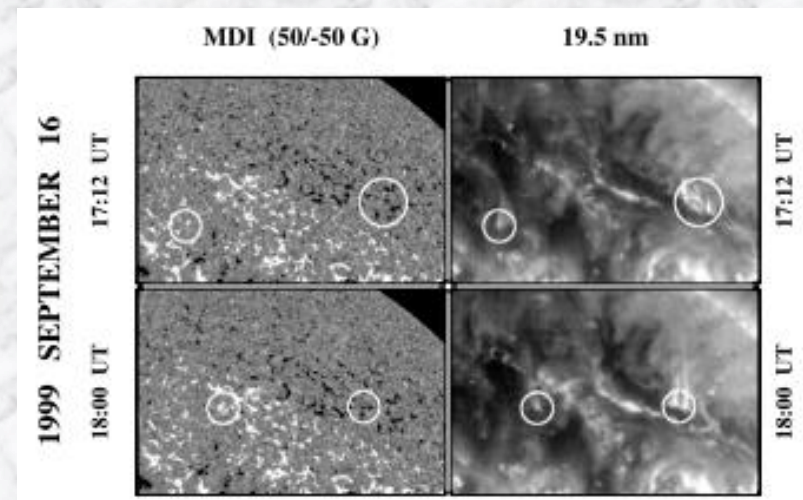
Obserwacje pojaśnień pozwalają odtworzyć trójwymiarowy rozkład przełączeń

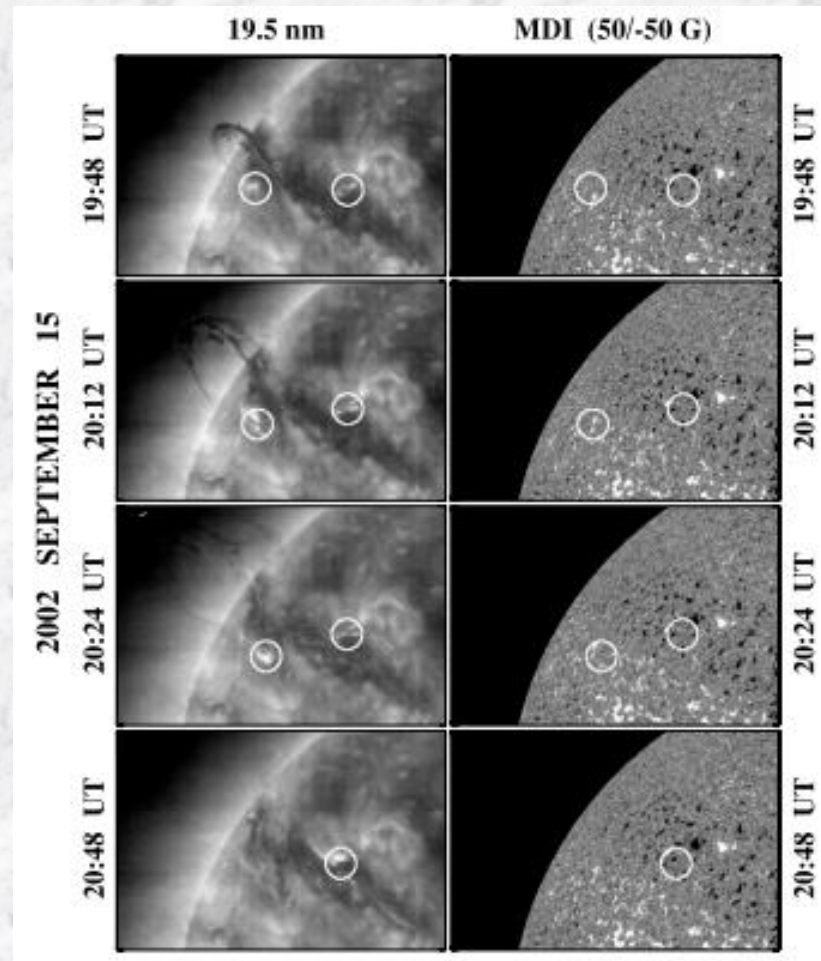
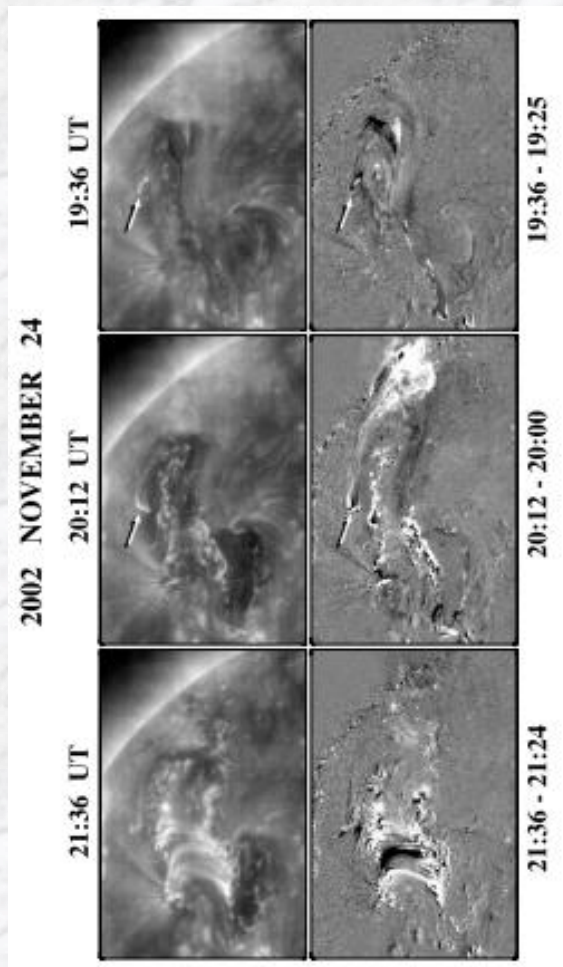


- obserwacje z EIT (piksel 5", roz. czasowa 12 s)
oraz z MDI

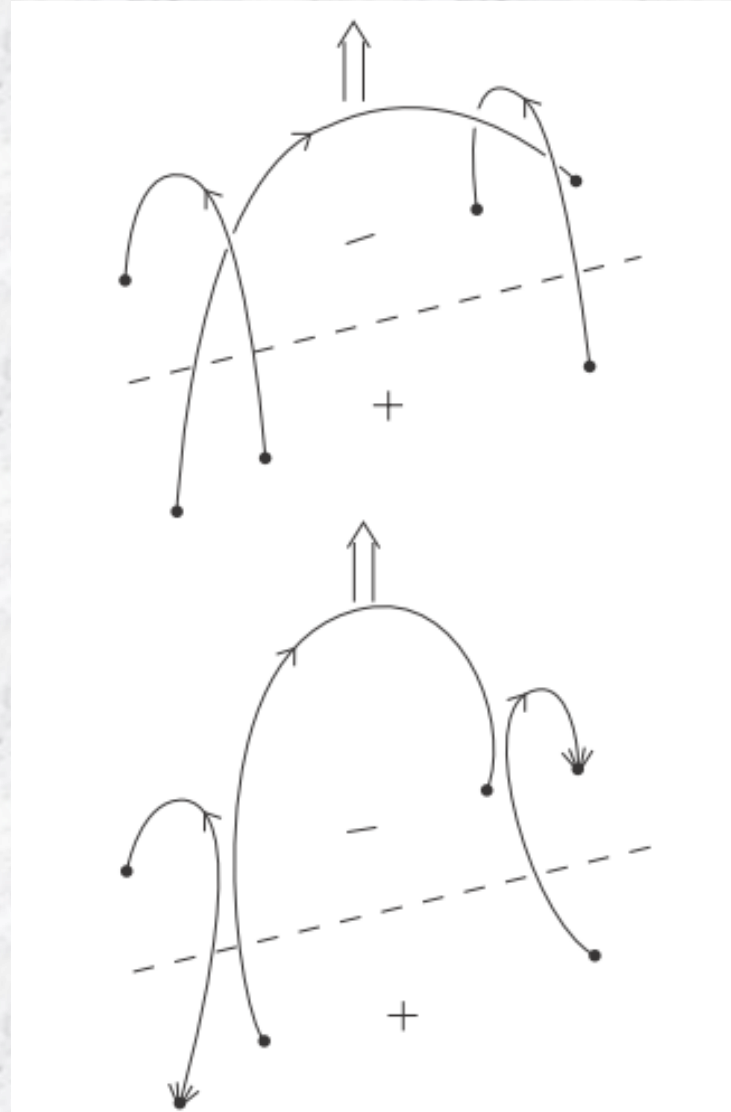
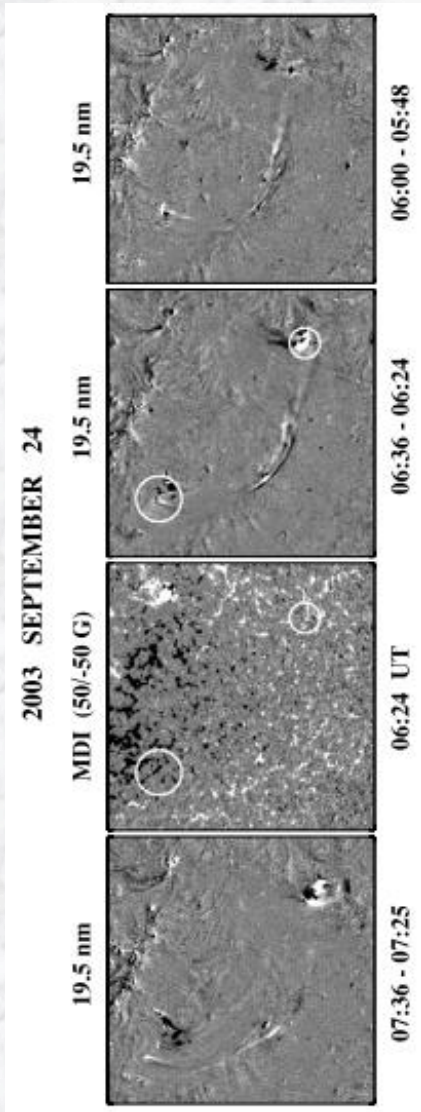
- wybrane włókna nie były stowarzyszone z
rozbłyskami:

23.10.1997, 16.09.1999, 14.04.2001
07.07.2002, 15.09.2002, 24.11.2002
20.01.2003, 24.09.2003, 05.01.2005





Brak wyraźnego przemieszczania się pojaśnień (mała rozdzielczość czasowa ?)



Dwie populacje pojaśnień:

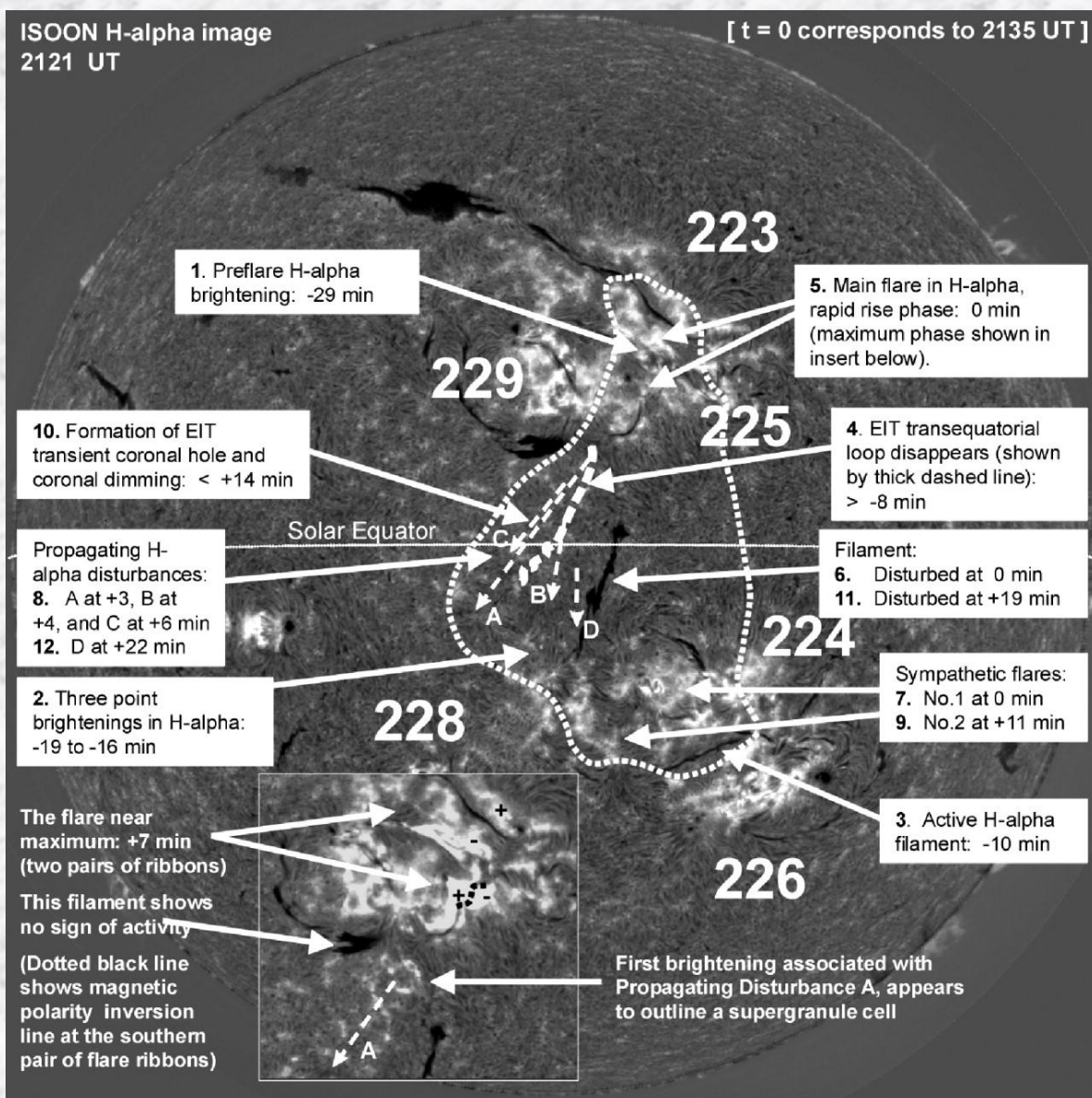
- „klasyczne” pojaśnienia we wstęgach widoczne w arkadzie pojawiającej się po erupcji

- pojaśnienia widoczne w obu końcach włókna

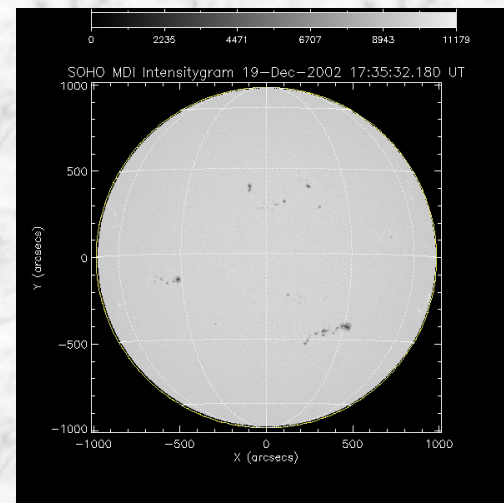
Pojaśnienia w końcach są efektem przełączenia pojawiającego się w wyniku oddziaływania włókna z otaczającym polem.

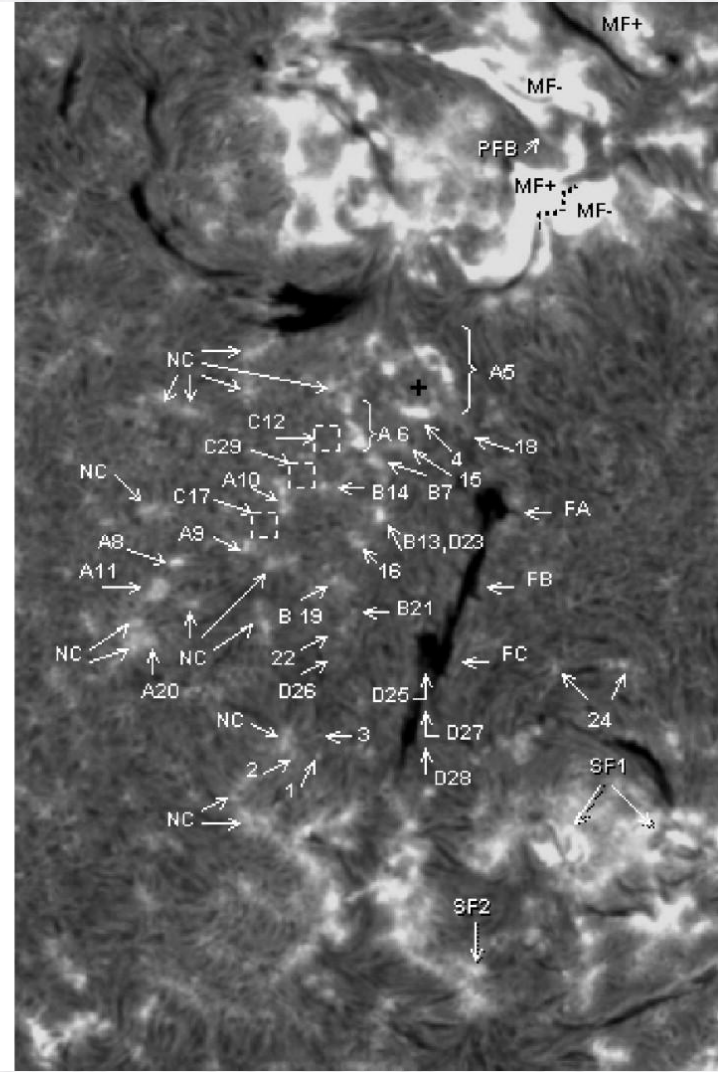
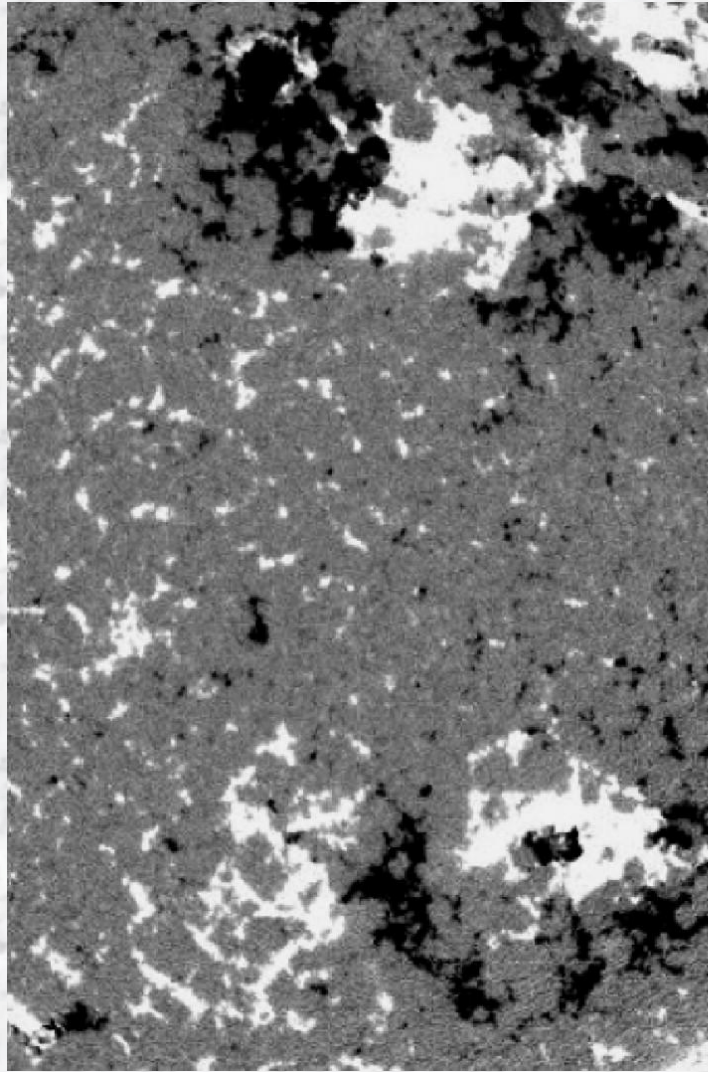
Przyspieszone wtedy cząstki wędrują w dół i uderzają w chromosferę produkując pojaśnienia.

Zwykle widocznych jest wiele pojaśnień w okolicy końców włókna.



- | | | |
|-------------|---|--|
| 21:06 | } | pojaśnienia (SXR, H α) |
| 21:16-21:22 | | przedrozblyskowe |
| 21:25 | | aktywacja włókna |
| 21:27 | | znika część TL |
| 21:35 | | rozblysk 2N/M2.7 |
| 21:38 | | SCB (<i>sequential chromospheric brightenings</i>) A |
| 21:39 | | wybuchy radiowe II/IV |
| 21:41 | | SCB B |
| 21:41.5 | | SCB C |
| 21:49 | | pociemnienie koronalne, słaba fala EIT |
| 21:53 | | maksimum rozblysku |
| 21:54 | | aktywacja włókna |
| 21:57 | | SCB D |
| 22:06 | | CME (h=4.2 R $_{\odot}$) |





SCB są obserwowane w obszarach o jednej biegunowości (bez wyjątku)

Inne przykłady:

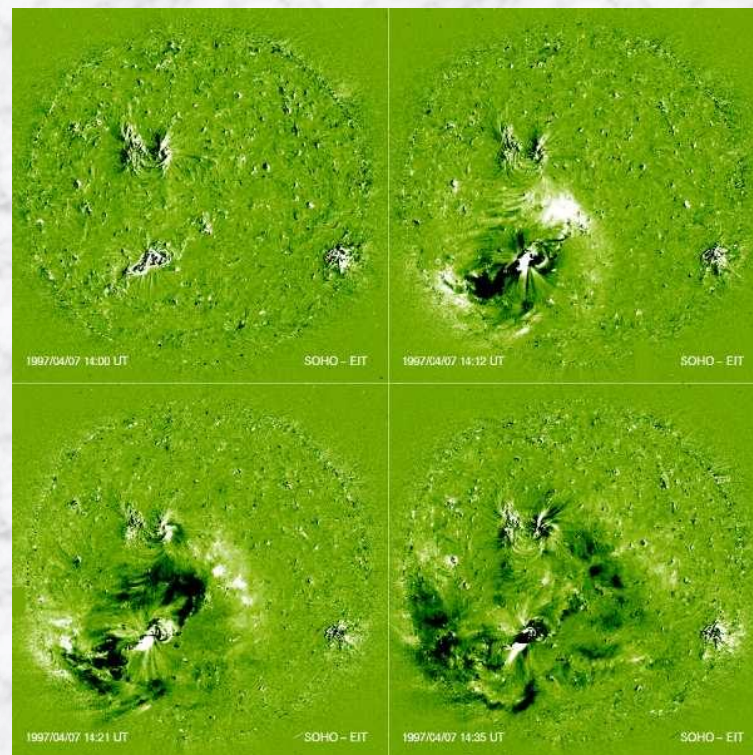
13.12.2002 r. – rozbłysk C6.0, widoczne SCB przemieszczały się z prędkościami 60-70 km/s

24.01.2003 r. – rozbłysk C1.0 i erupcja włókna. Widoczne dwie grupy SCB – jedna pojawia się równoległe, a druga prostopadle do kierunku erupcji włókna. Prędkości rzędu 100 km/s

6.02.2003 r. – mały rozbłysk (brak w GOES) związany z erupcją włókna. SCB poruszające się zgodnie z kierunkiem erupcji włókna z prędkością 80 km/s.

Różnice SCB w stosunku do wywołanych przez fale Moretona i EIT:

1. Sekwencja SCB w różnych momentach czasu i o różnych prędkościach
2. Pojaśnienia punktów siatki chromosferycznej o jednej biegunowości
3. SCB pojawiają się w wąskim stożku ($< 30^\circ$)
4. W dodatkowych zjawiskach prędkości są poniżej 100 km/s (dużo poniżej prędkości fal uderzeniowych)





- jedna biegunowość (fala uderzeniowa nie rozróżnia biegunowości)

-znikanie TL (2 preferuje statyczne konfiguracje)

1. Fala uderzeniowa rozprzestrzeniająca się w koronie, która przyspiesza elektrony w pętłach koronalnych, a one w zakotwiczeniach uderzają w chromosferę

2. Cząstki przyspieszone podczas rozbłysku wędrują w strukturach koronalnych i docierają do miejsc odległych od obszaru aktywnego

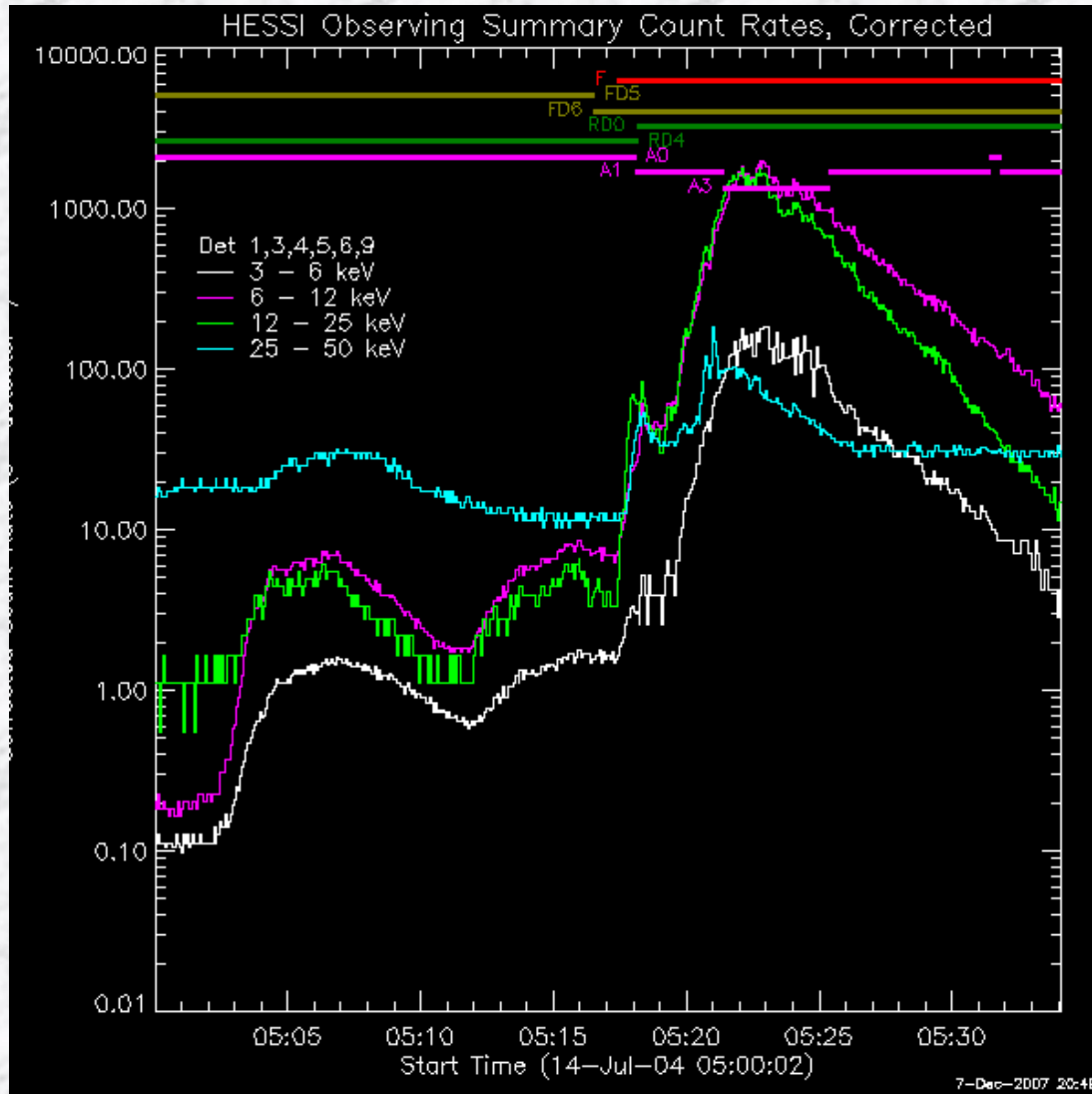
3. Przełączenia do, których dochodzi przy „przedzieraniu” się CME przez pole koronalne



- jedna biegunowość

*-jedna biegunowość
-znikanie TL*

14 VIII 2004 r.



Klasa GOES: M6.2

Położenie: N14 W61

RHESSI: całe zjawisko

TRACE:

171 Å (rozdzielczość
czasowa 8-40 s)

1600 Å (tylko w fazie zaniku)

GOES SXI:

silna saturacja w czasie fazy
impulsowej

SOHO LASCO:

brak obserwacji CME

14 VIII 2004 r.



Klasa GOES: M6.2

Położenie: N14 W61

RHESSI: całe zjawisko

TRACE:

171 Å (rozdzielczość
czasowa 8-40 s)

1600 Å (tylko w fazie zaniku)

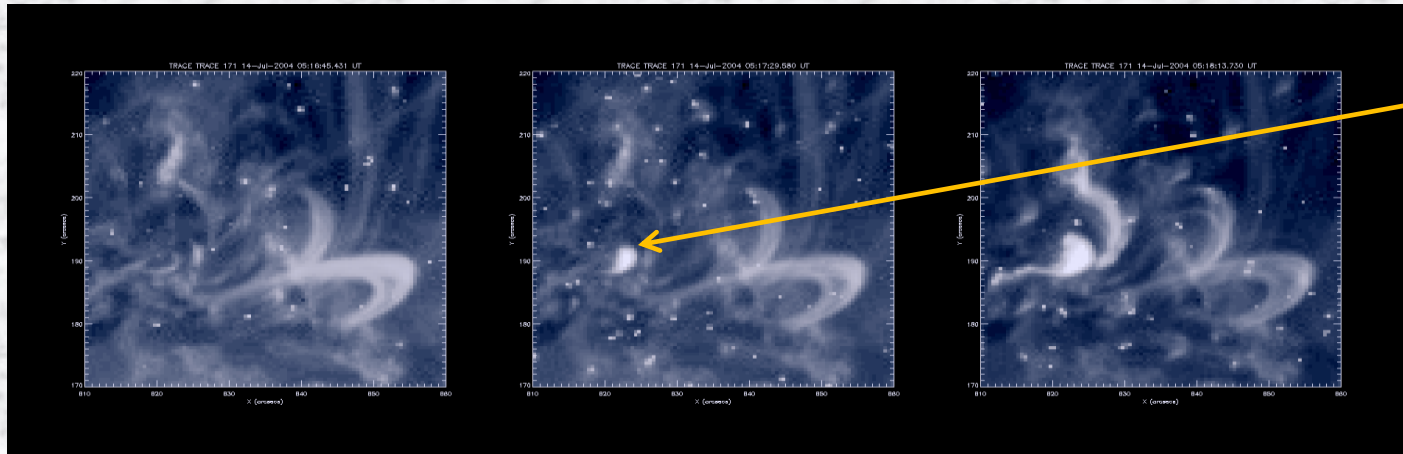
GOES SXI:

silna saturacja w czasie fazy
impulsowej

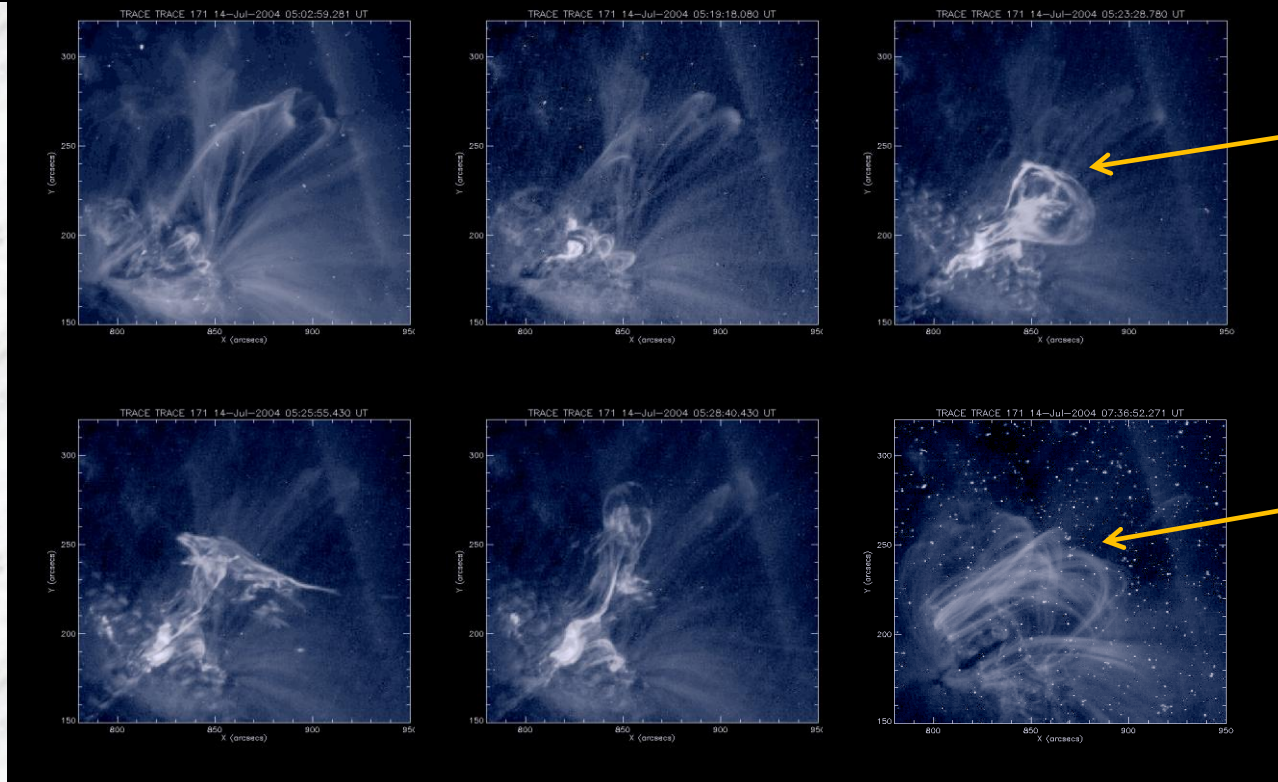
SOHO LASCO:

brak obserwacji CME

14 VIII 2004 r.



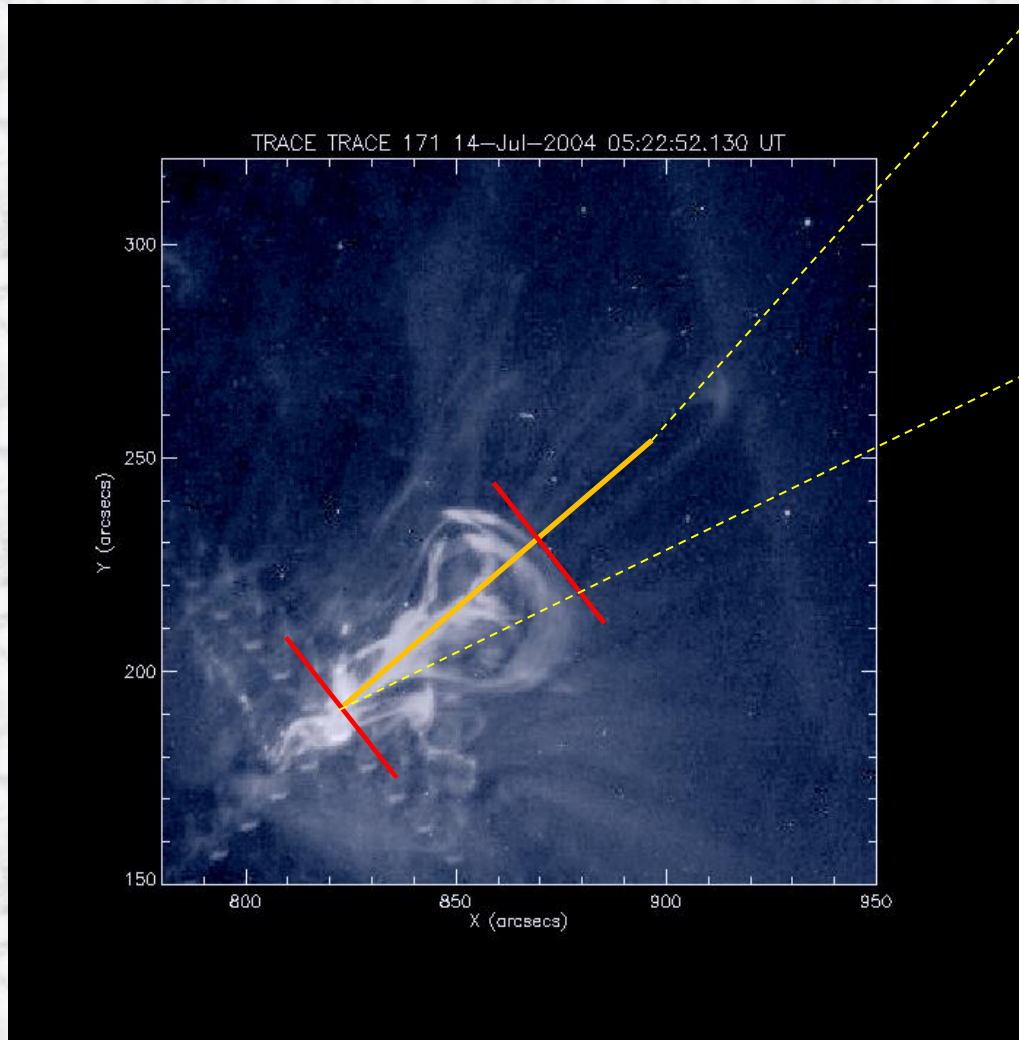
5:17:30 – pierwsza
oznaka rozwijającej
się erupcji (bardzo
mały obszar – około
3000 km)



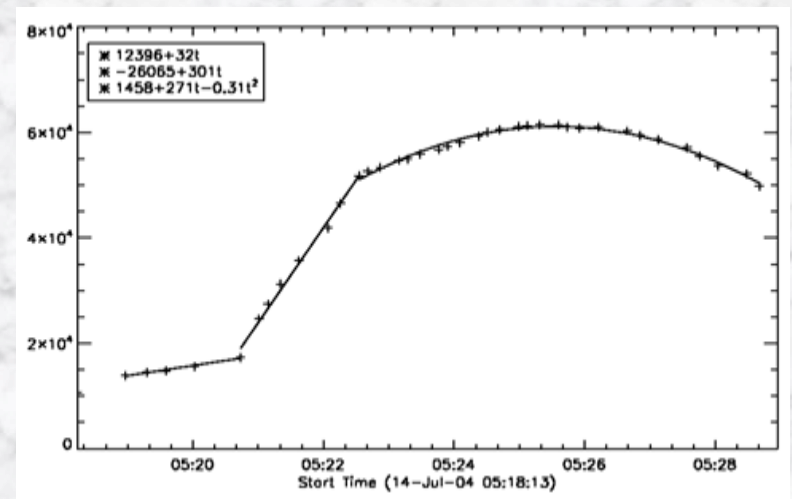
Załamanie frontu
erupcji

System pętli
widocznych dwie
godziny po maksimum
rozbłysku

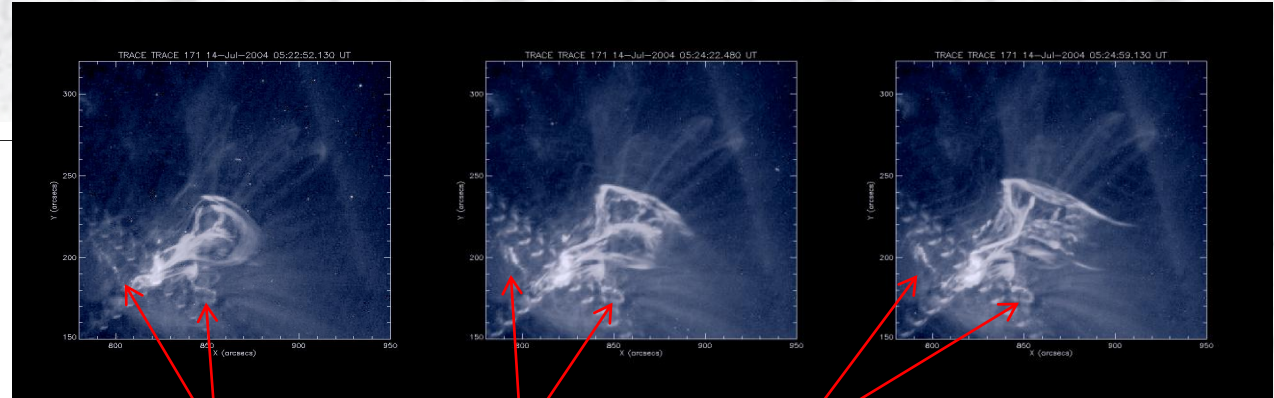
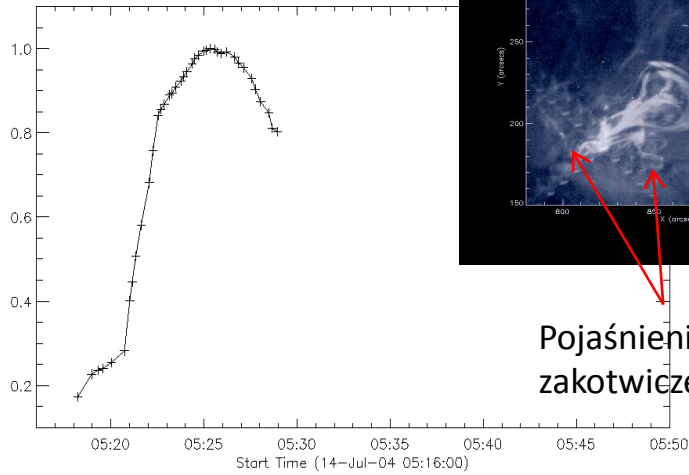
14 VIII 2004 r.



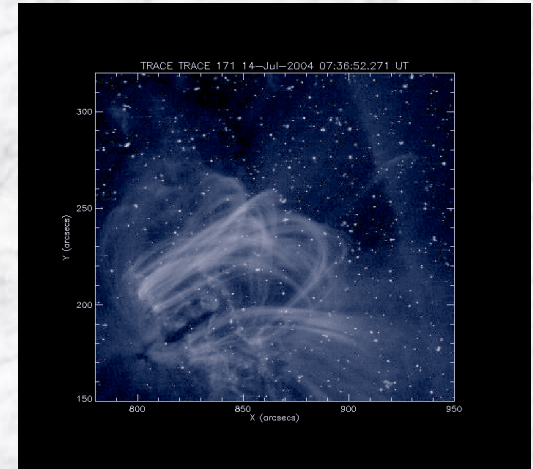
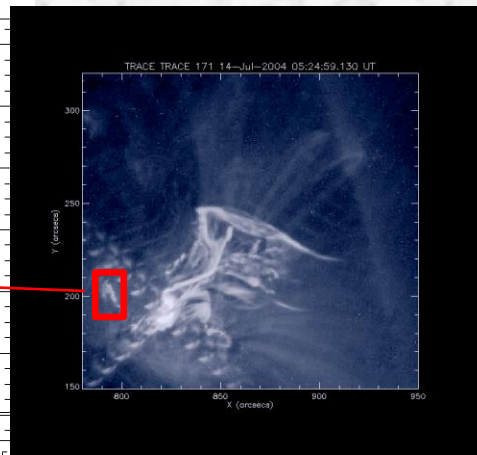
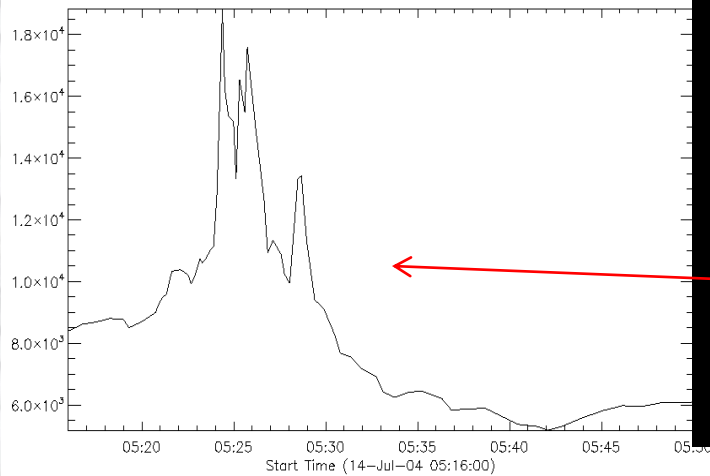
Wysokość struktury była wyznaczana wzdłuż cięcia zaznaczonego żółtą linią.



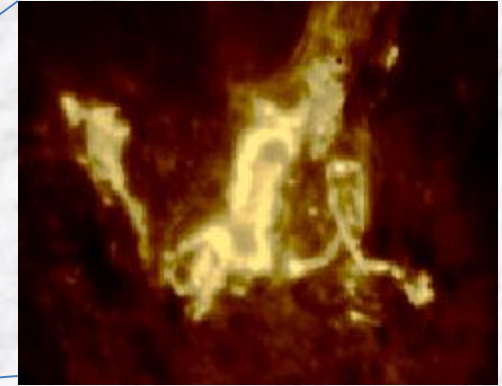
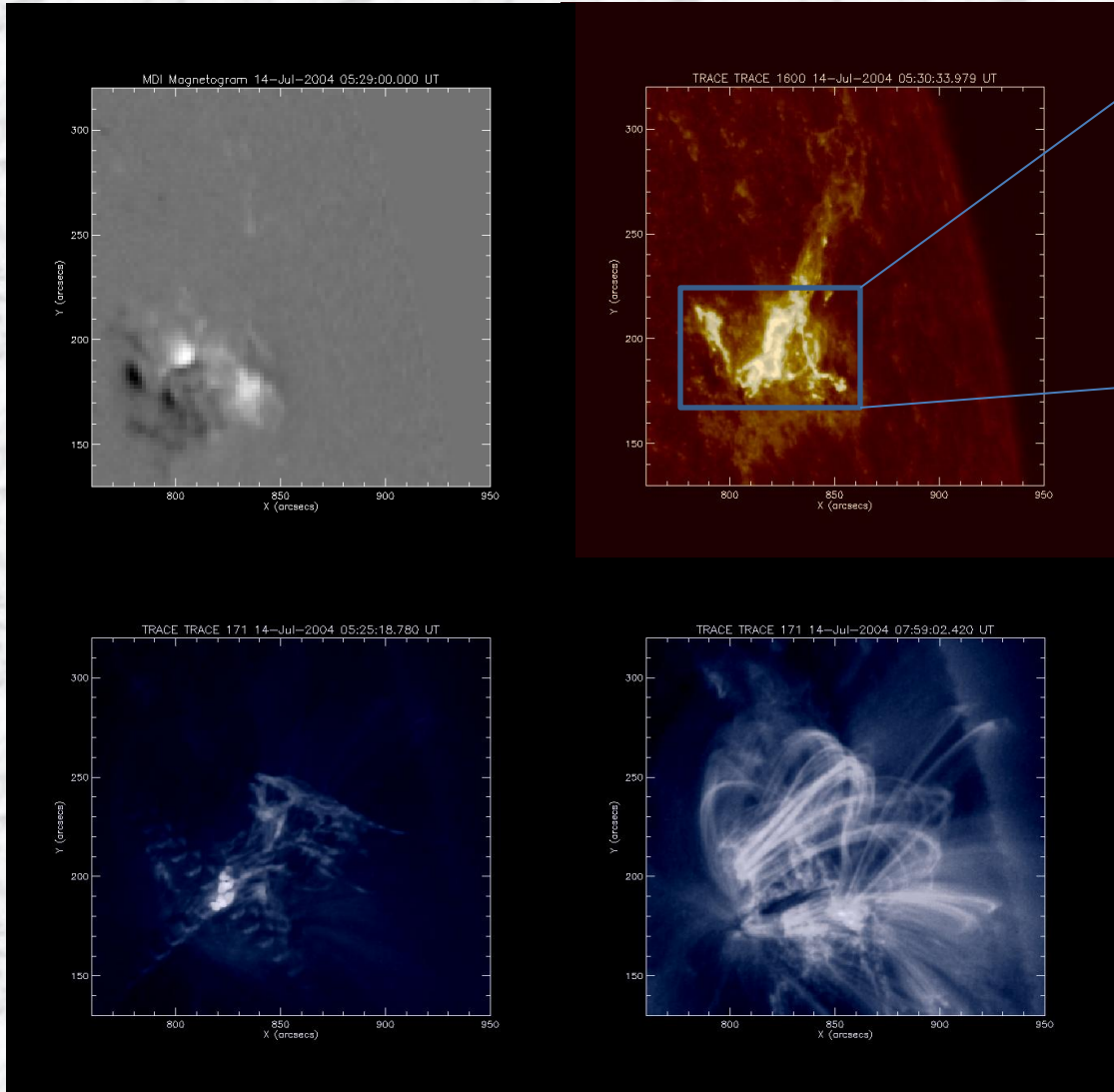
14 VIII 2004 r.



Pojąszenia widoczne podczas hamowania erupcji dokładnie w miejscach zakotwiczenia systemu pętli widocznych 2 godziny po maksimum.



14 VIII 2004 r.

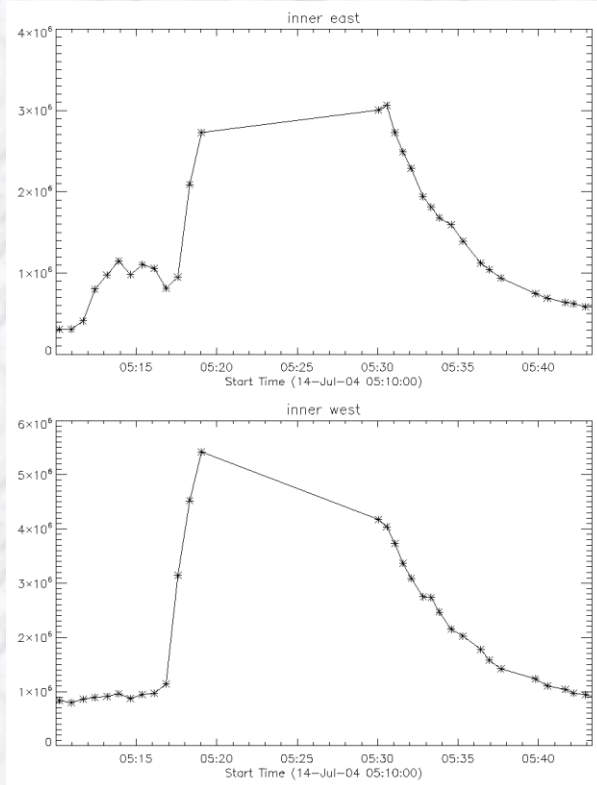


**Można wyróżnić dwa systemy
wstęg widocznych na obrazach
TRACE 1600 Å:**

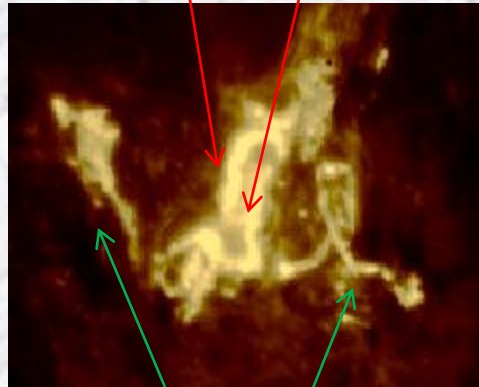
**wewnętrzny – zgodny przestrzennie
z arkadą związaną z
rozbłyskiem**

**zewnątrzny – zgodny przestrzennie
z systemem pętli
„porobłyaskowych”**

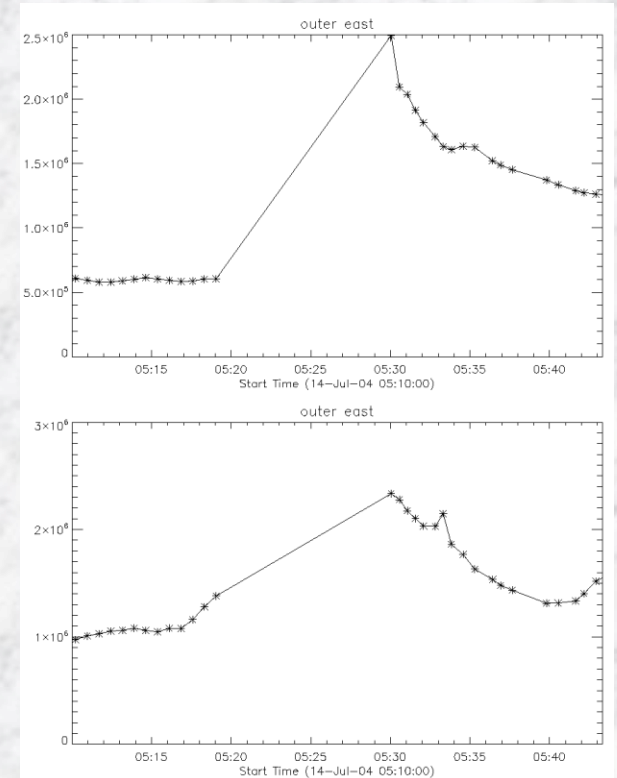
14 VIII 2004 r.



wstęgi wewnętrzne



wstęgi zewnętrzne



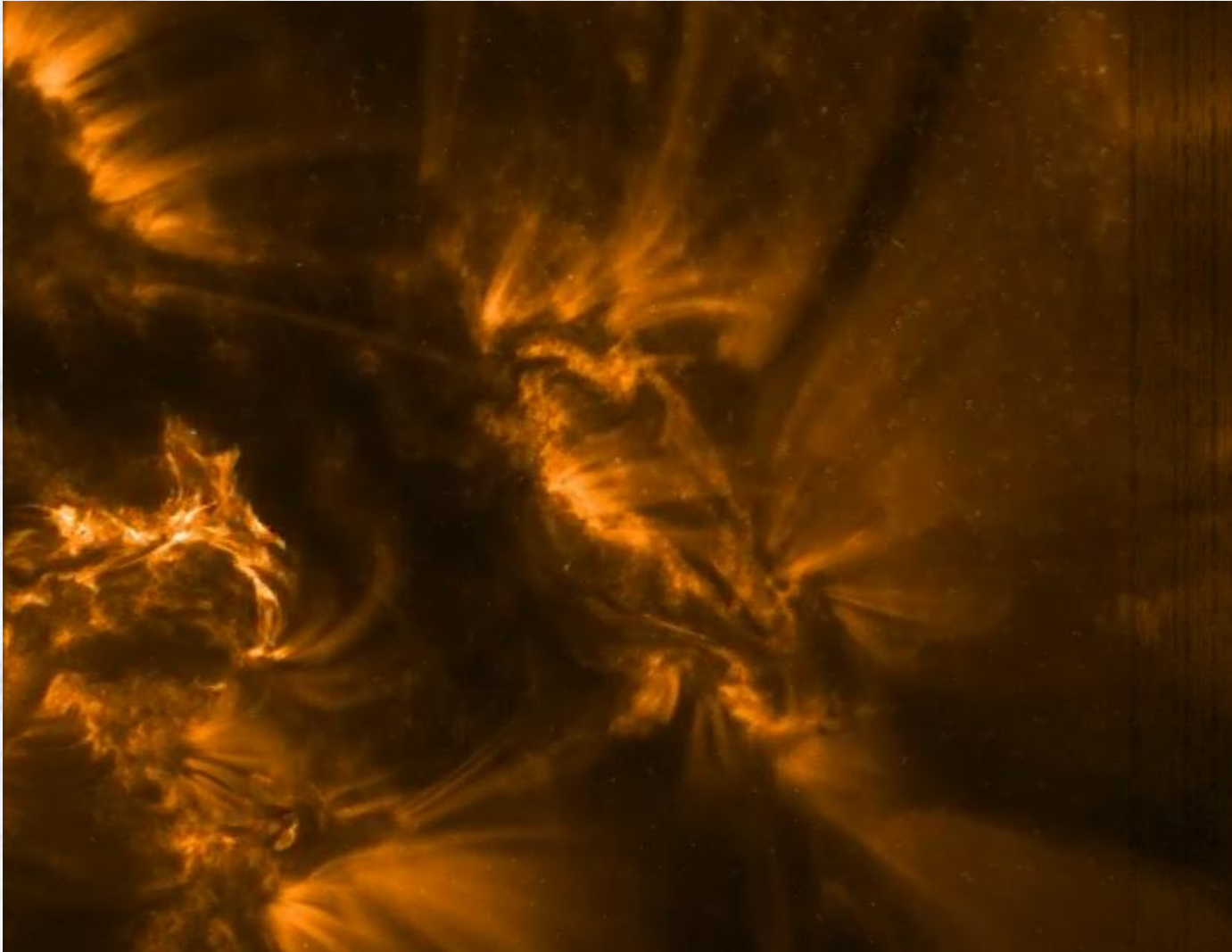
Brak obserwacji wykonanych w filtrze 1600 Å dla okresu hamowania erupcji

Inne przykłady



22.10.1999 r. – bardzo podobny do 14.007.2004 r., wyraźne dwa systemy pętli

Inne przykłady

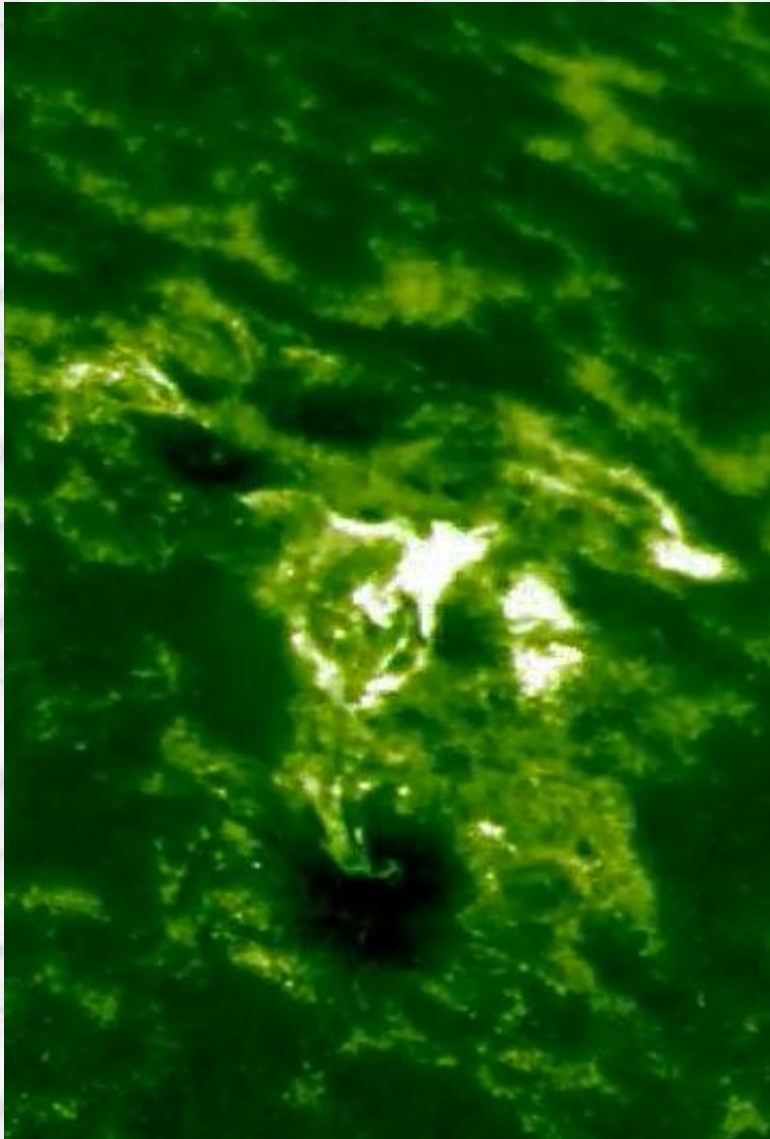


2.09.1999 r. – zatrzymana erupcja, pojaśnienia w dużej odległości zgodne przestrzennie z zakotwiczeniami innego systemu pętli

Inne przykłady



19.07.2000 r. – „rozpychanie” pętli połączone z pojaśnieniem w stopie i przepływem materii
(utworzone połączenie w wyniku przełączenia linii?)



Oprogramowanie ułatwiające szybkie przeglądanie
dużej ilości wytypowanych zjawisk oraz poszukiwanie
nowych

Zautomatyzowane poszukiwanie wyjaśnień (bardzo
duży problem z fałszywymi wyjaśnieniami)

Porównanie z obserwacjami wykonanymi przez
TRACE/1600 Å

