

The background of the slide features a composite image. On the right, there is a view of the solar chromosphere, showing a bright, glowing orange and yellow ring of gas. On the left, the RHESSI (Reuvenium High Energy Solar Spectroscopic Imager) satellite is shown in a dark space environment. The satellite has a central gold-colored body and four long, blue solar panel arrays extending outwards in a cross shape.

Parowanie chromosfery w obserwacjach *RHESSI*





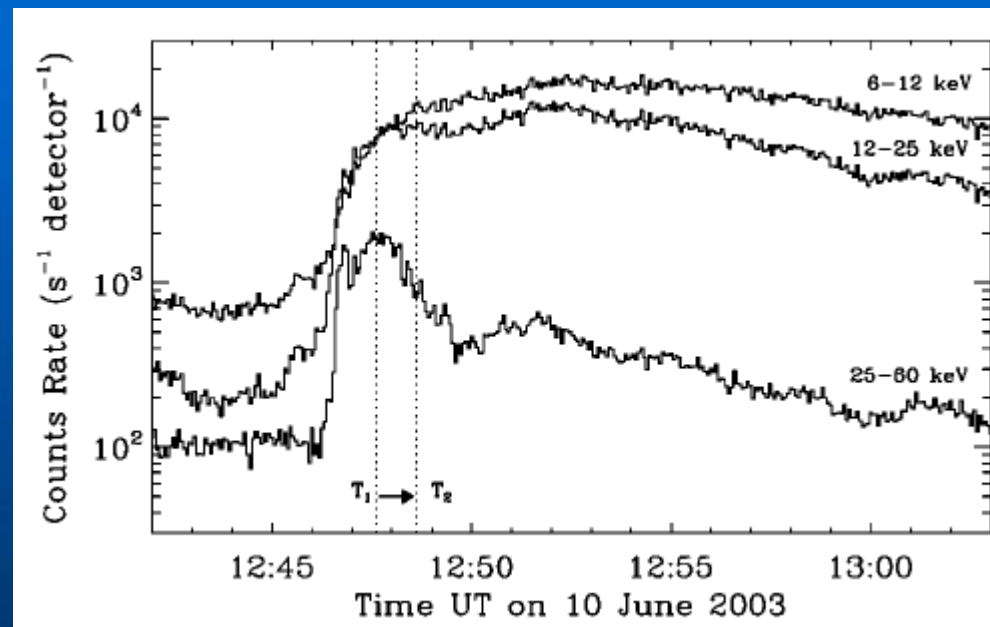
RHESSI – CDS (Milligan i in. 2006)

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 638:L117–L120, 2006 February 20
© 2006. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

RHESSI AND *SOHO* CDS OBSERVATIONS OF EXPLOSIVE CHROMOSPHERIC EVAPORATION

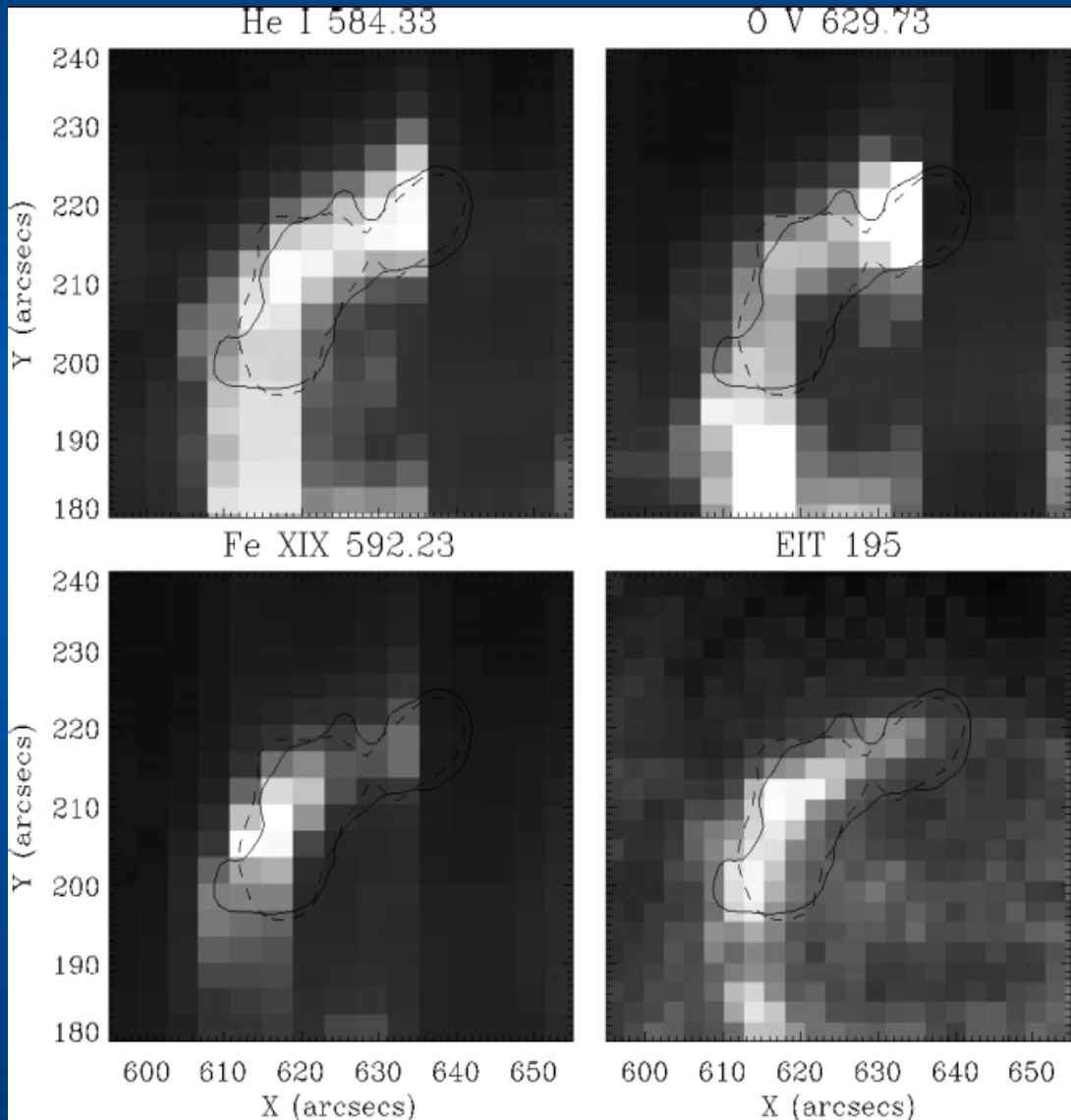
RYAN O. MILLIGAN,^{1,2} PETER T. GALLAGHER,^{2,3,4} MIHALIS MATHIOUDAKIS,¹ D. SHAUN BLOOMFIELD,¹
FRANCIS P. KEENAN,¹ AND RICHARD A. SCHWARTZ^{2,5}

Received 2005 September 9; accepted 2005 December 19; published 2006 January 27





RHESSI - CDS (Milligan i in. 2006)



- He I (584.33A, $\log T = 4.5$)
- O V (629.73 A, $\log T = 5.4$)
- Mg X (624.94 A, $\log T = 6.1$)
- Fe XVI (360.76 A, $\log T = 6.4$)
- Fe XIX (592.23A, $\log T = 6.9$)

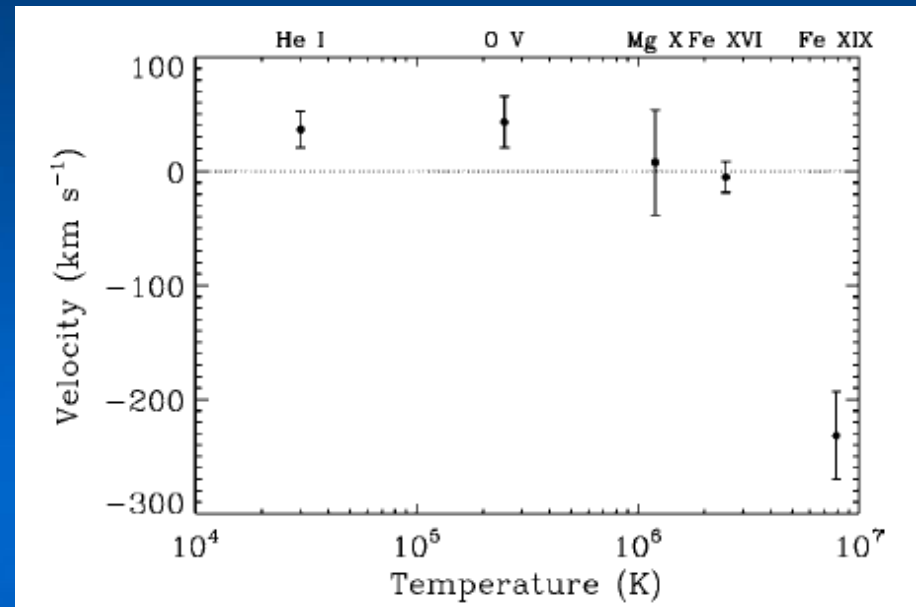
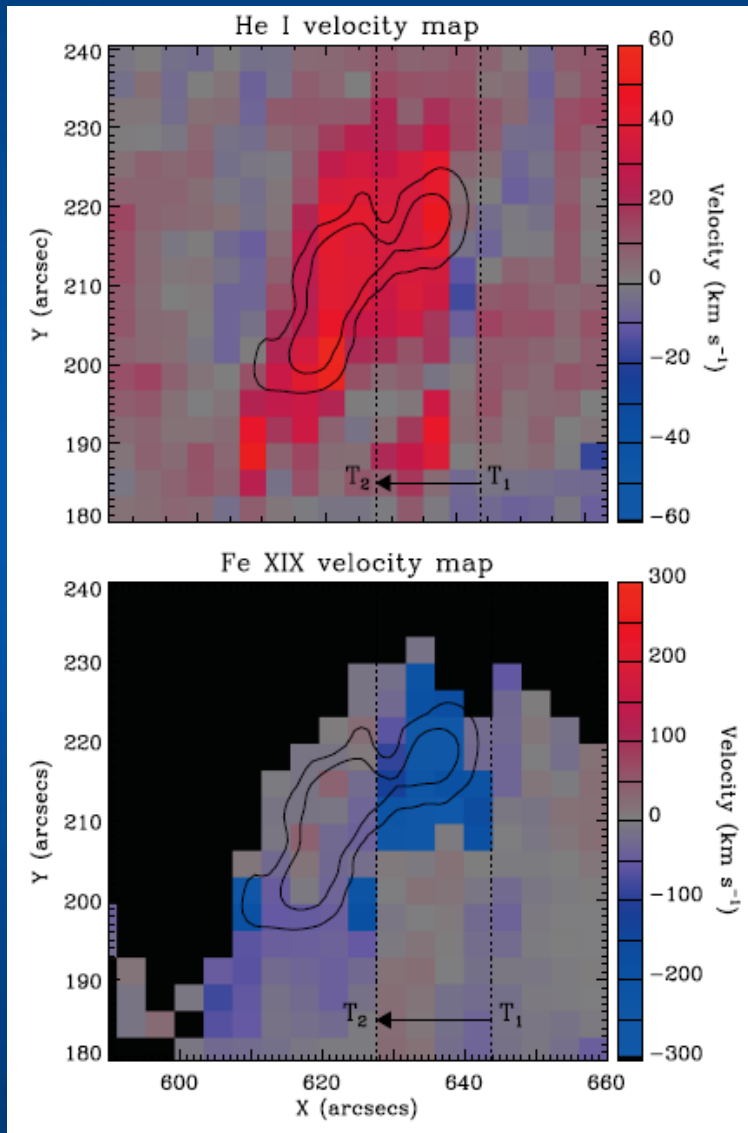
Kontury:

RHESSI 12-25 keV (- - - -)

25-60 keV (———)



RHESSI - CDS (Milligan i in. 2006)



Prędkości i ich rozkład zgodne z modelami (Fisher i in. 1985)

$$F_e > 4 \cdot 10^{10} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$



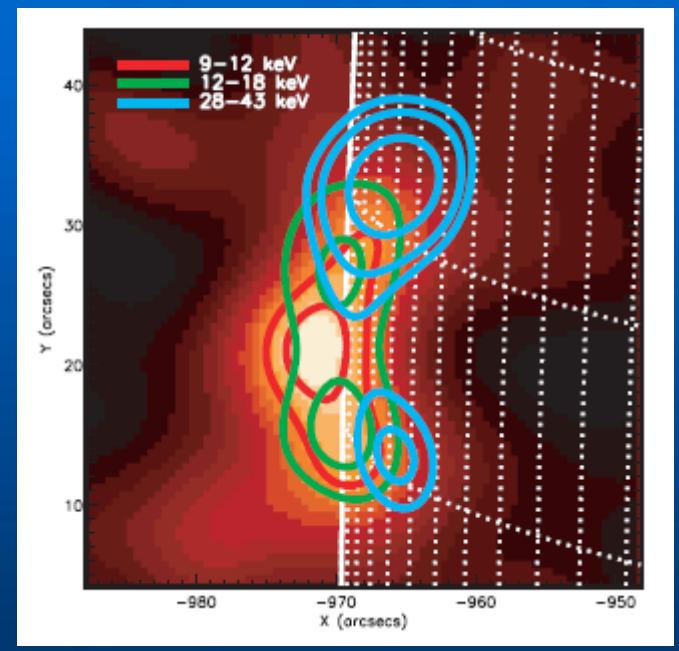
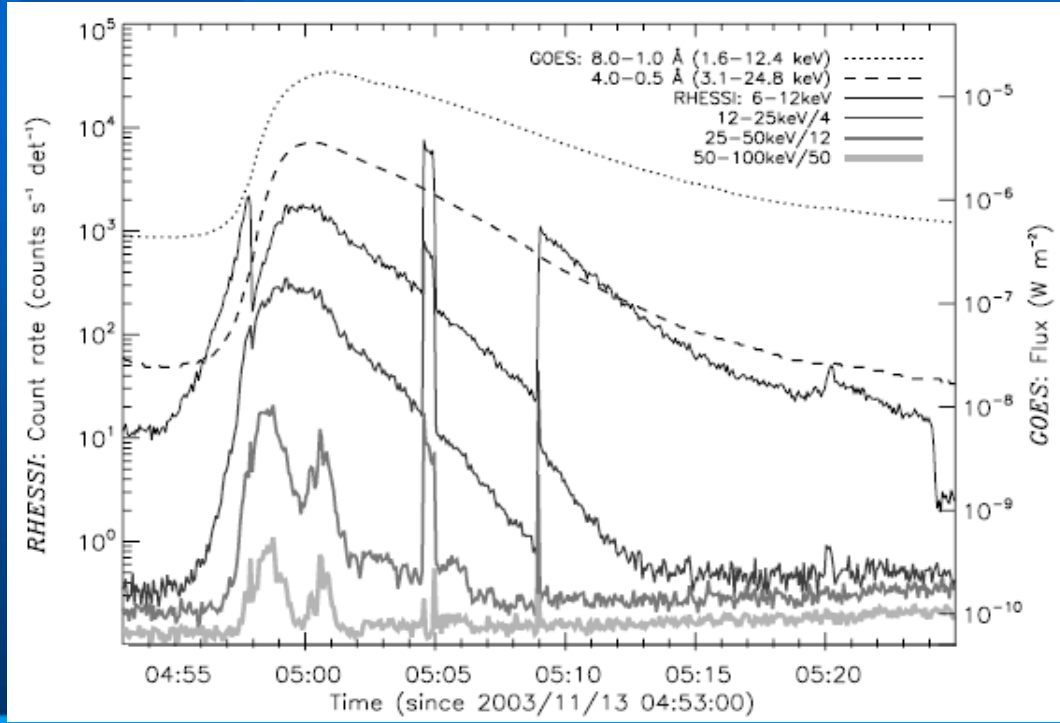
RHESSI (Liu et al. 2006)

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 649:1124–1139, 2006 October 1

© 2006. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

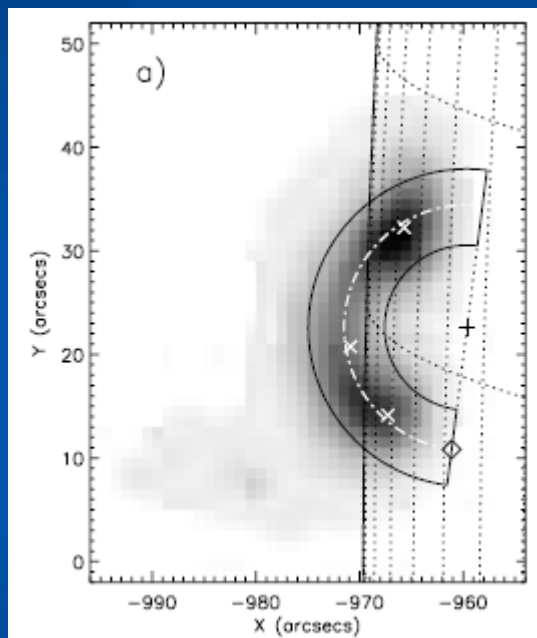
RHESSI OBSERVATION OF CHROMOSPHERIC EVAPORATION

WEI LIU,¹ SIMING LIU,² YAN WEI JIANG,¹ AND VAHÉ PETROSIAN³
Center for Space Science and Astrophysics, Stanford University, Stanford, CA 94305
Received 2006 March 17; accepted 2006 May 29

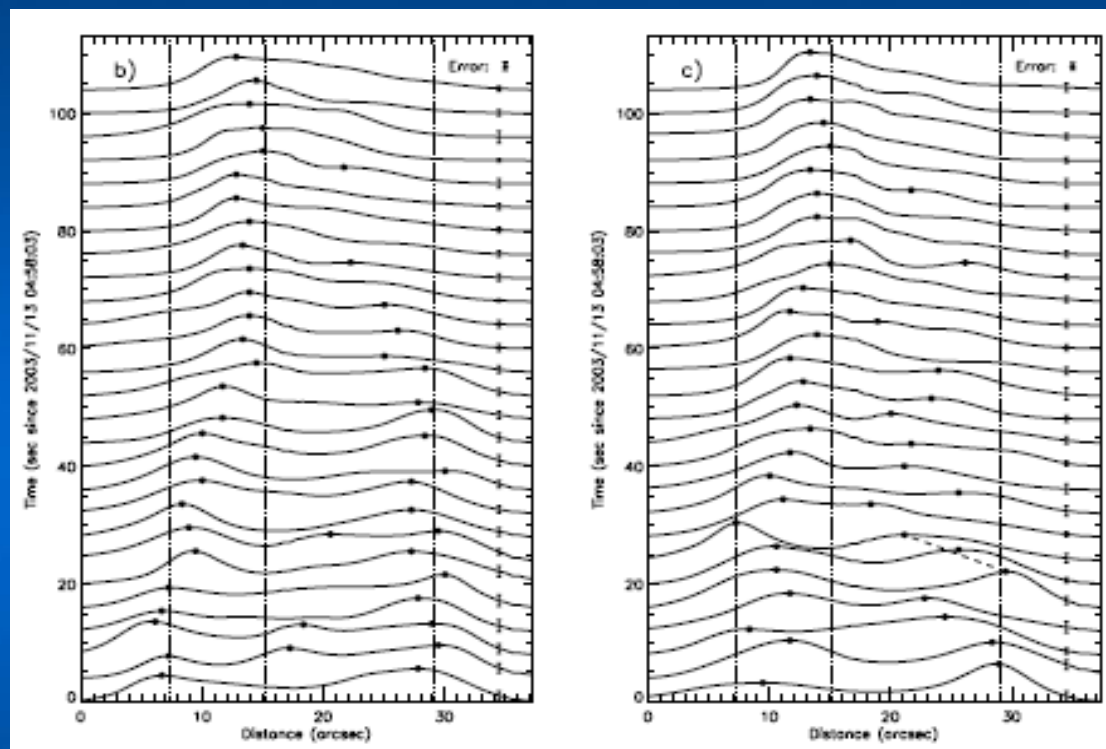




RHESSI (Liu i in. 2006)



30 obrazów uzyskanych w kilku przedziałach energii i czasu.

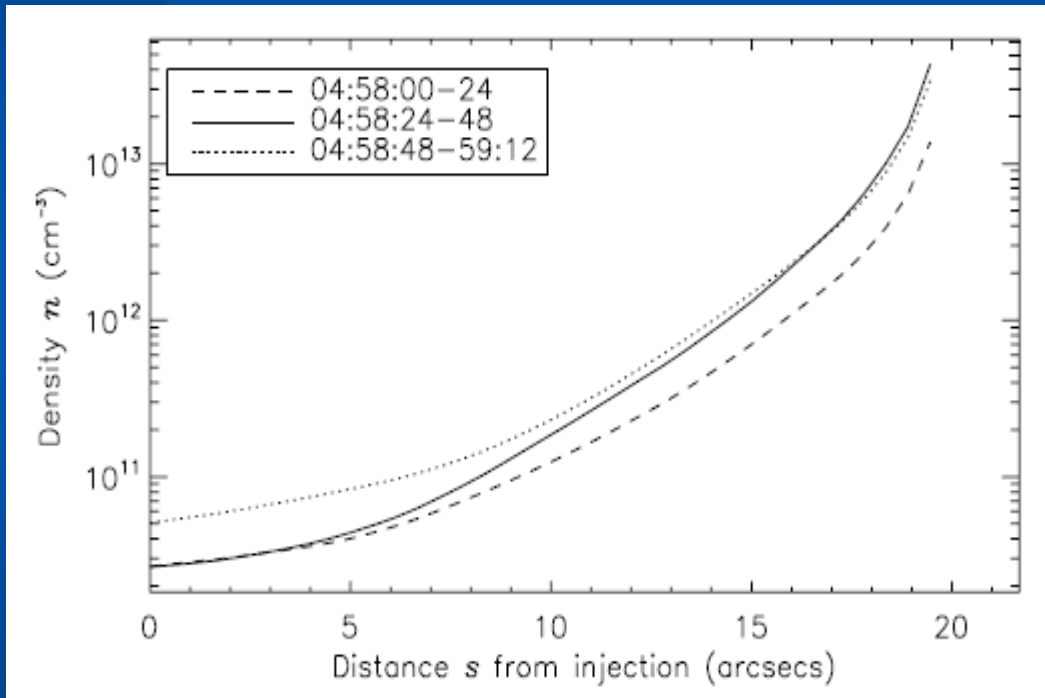


Profile jasności wyznaczone z obrazów zrekonstruowanych dla energii 15-20 keV oraz 12-15 keV.

Wybrane zostały przedziały czasowe o długości 4 s.



RHESSI (Liu i in. 2006)

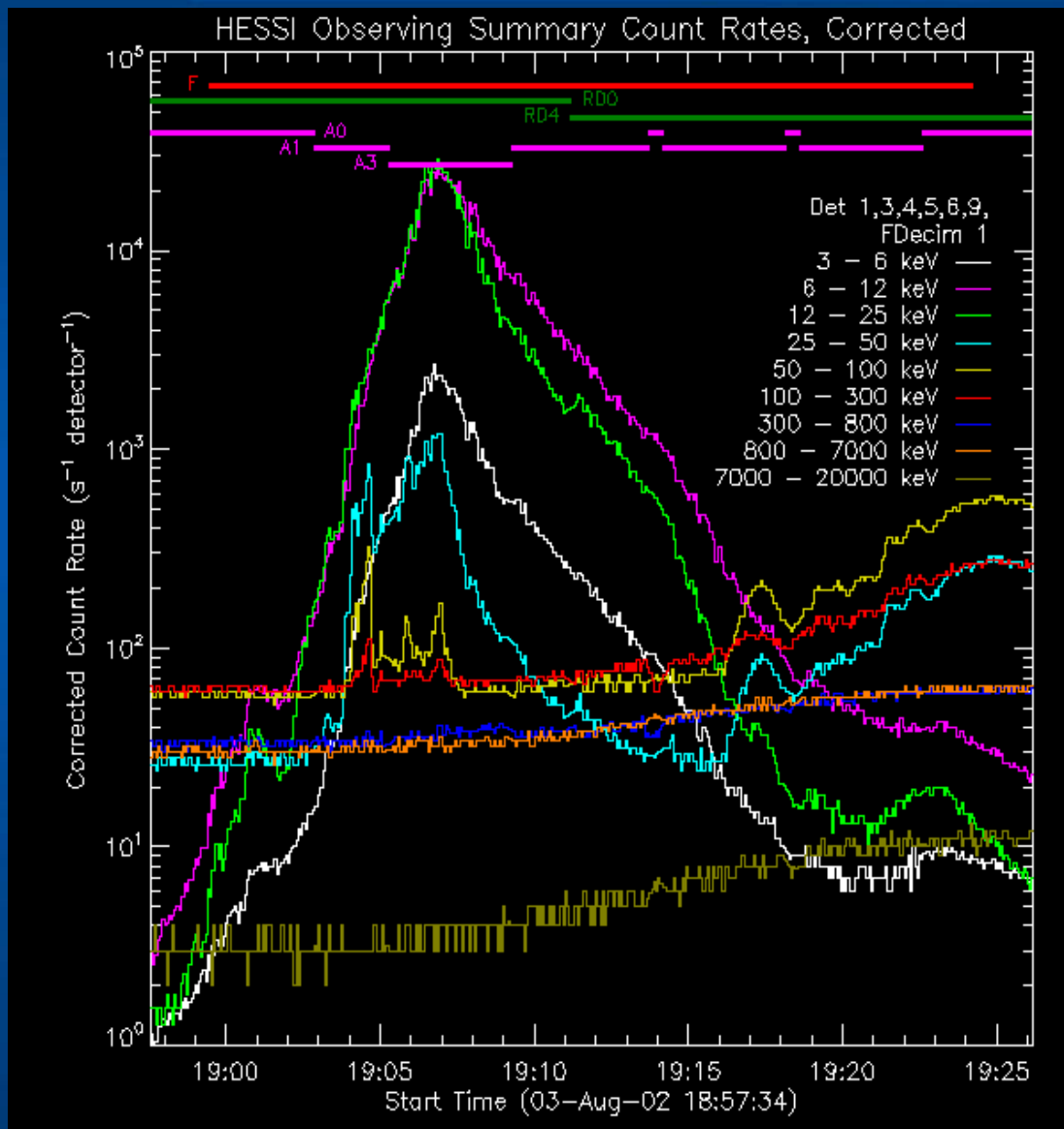


Prędkości rzędu $10^2 - 10^3$ km/s

Systematyczny wzrost gęstości w pętli



3 VIII 2002 r.



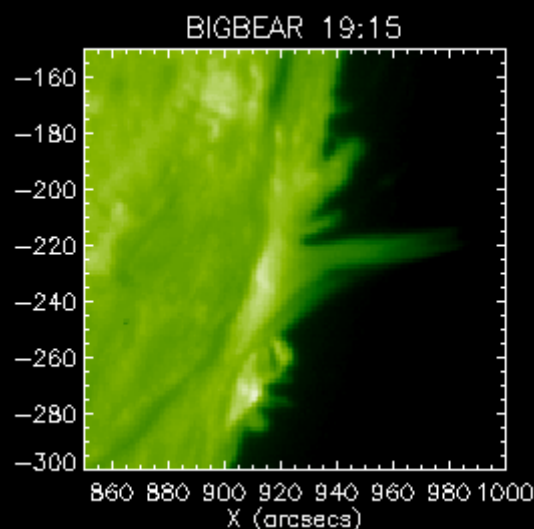
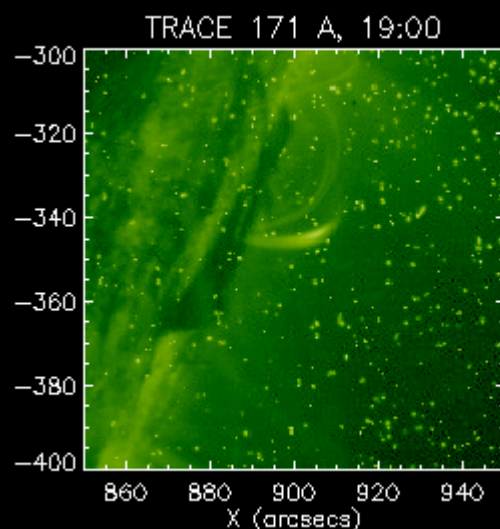
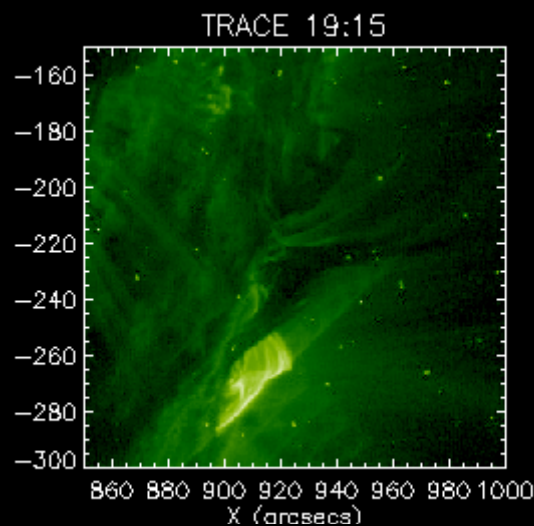
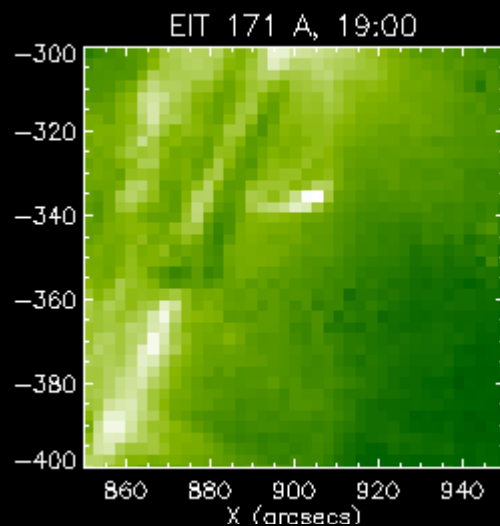
NOAA 0039

Położenie S15W83

Klasa GOES: X1.0



3 VIII 2002 r.



Obserwacje wykonane za pomocą różnych instrumentów.

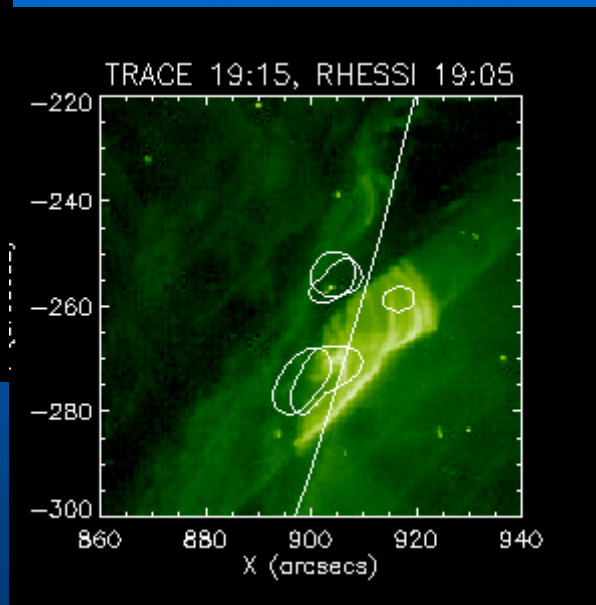
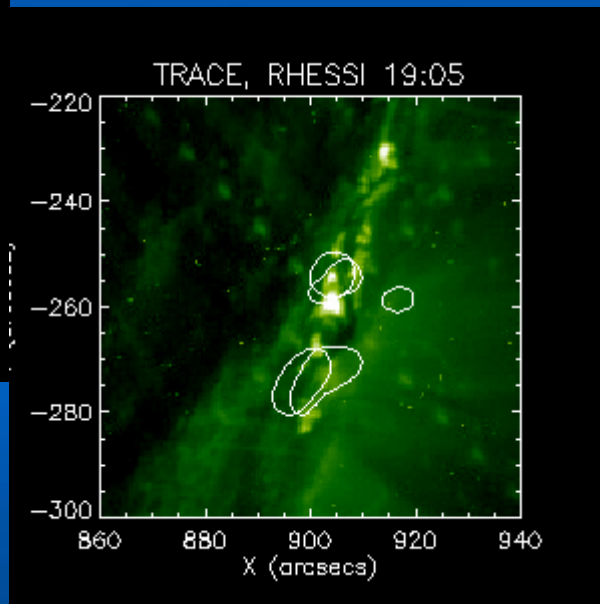
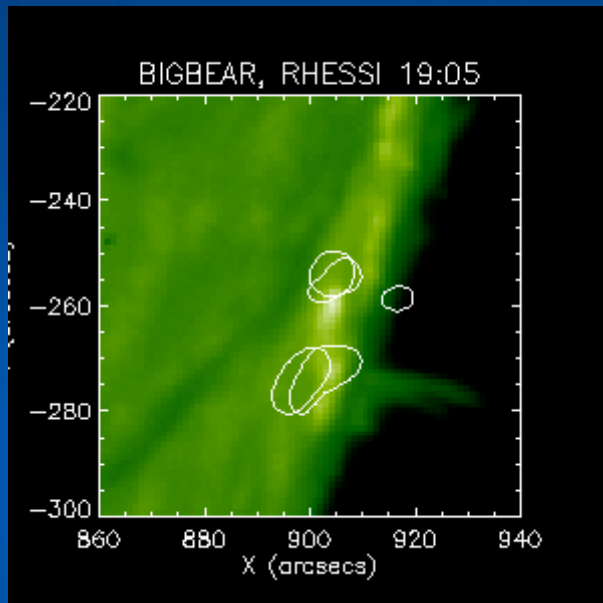
Uzgadnianie przestrzenne odbywało się w kolejności:

EIT → TRACE → H α

RHESSI – bez poprawek



3 VIII 2002 r.

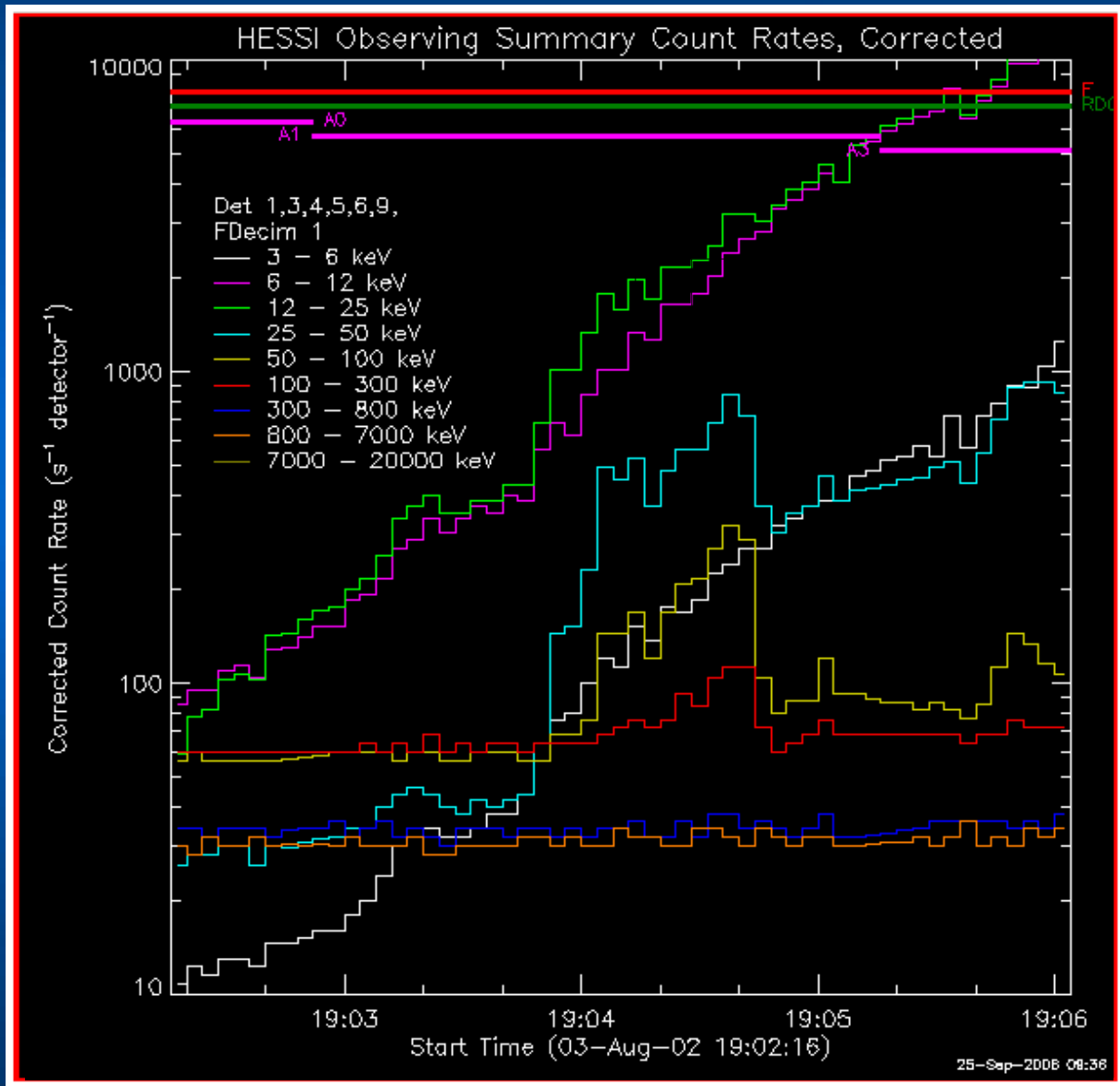


RHESSI:

15-17 keV
30-40 keV



Zależność E-H



Najsilniejszy impuls:

19:03:50 – 19:04:45

Przedziały energetyczne:

6 – 20 keV ($\Delta E = 2 \text{ keV}$)

19 – 31 keV ($\Delta E = 4 \text{ keV}$)

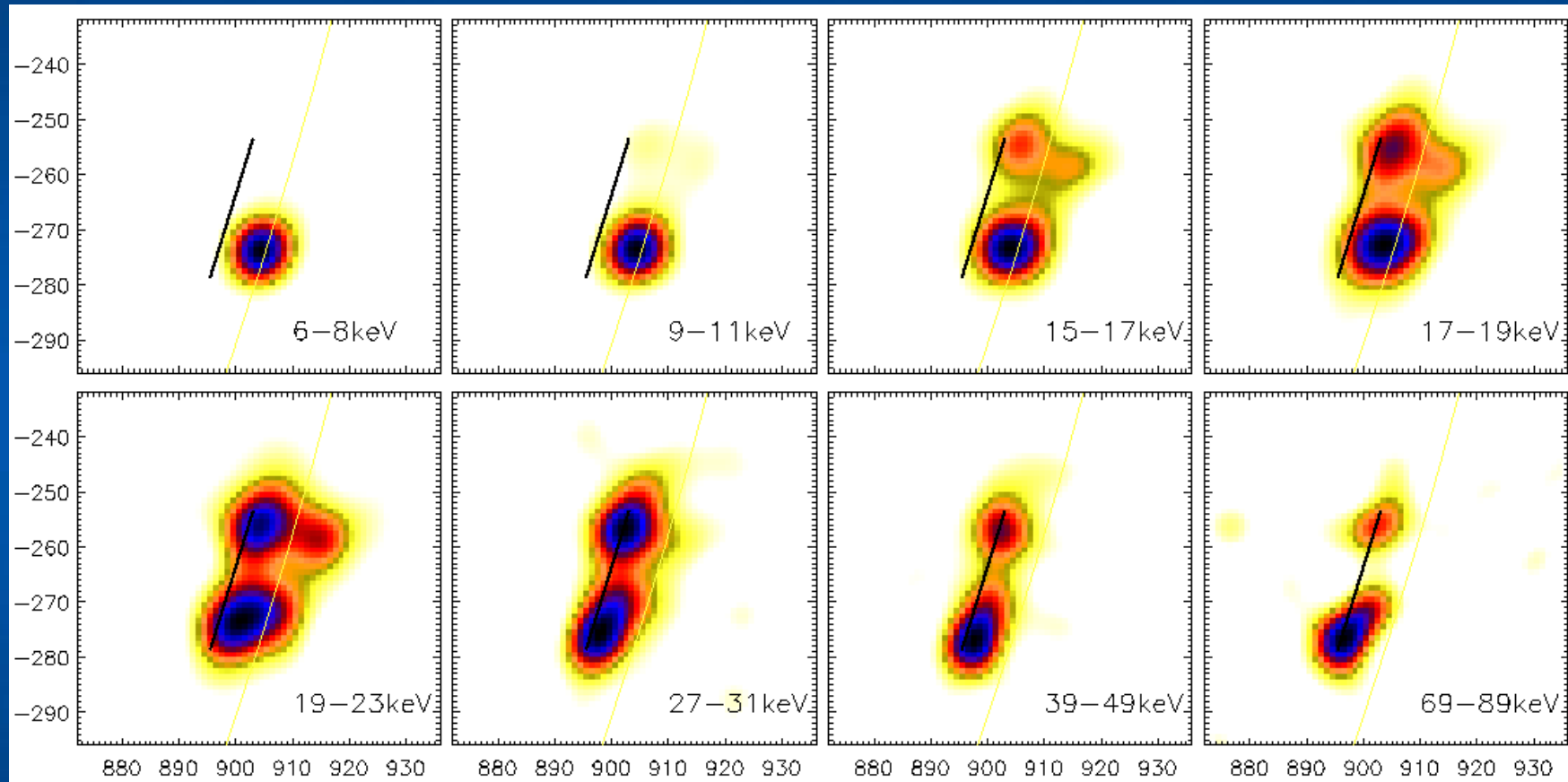
49 – 59 keV ($\Delta E = 10 \text{ keV}$)

59 – 89 keV ($\Delta E = 20 \text{ keV}$)

79 – 139 keV ($\Delta E = 40 \text{ keV}$)



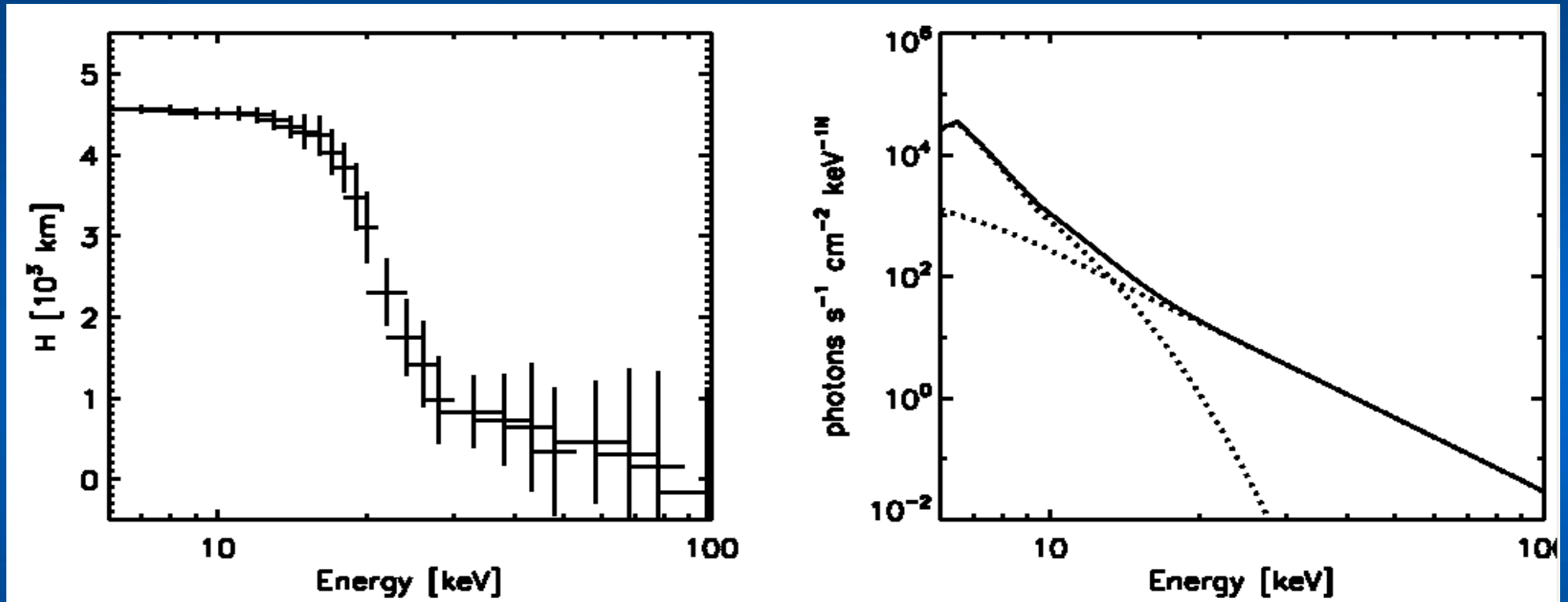
Zależność E-H



Poziom referencyjny wyznaczony przez centroidy źródeł w najwyższych energiach
Wysokości źródeł były określane względem tego poziomu

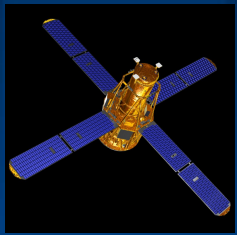


Zależność E-H

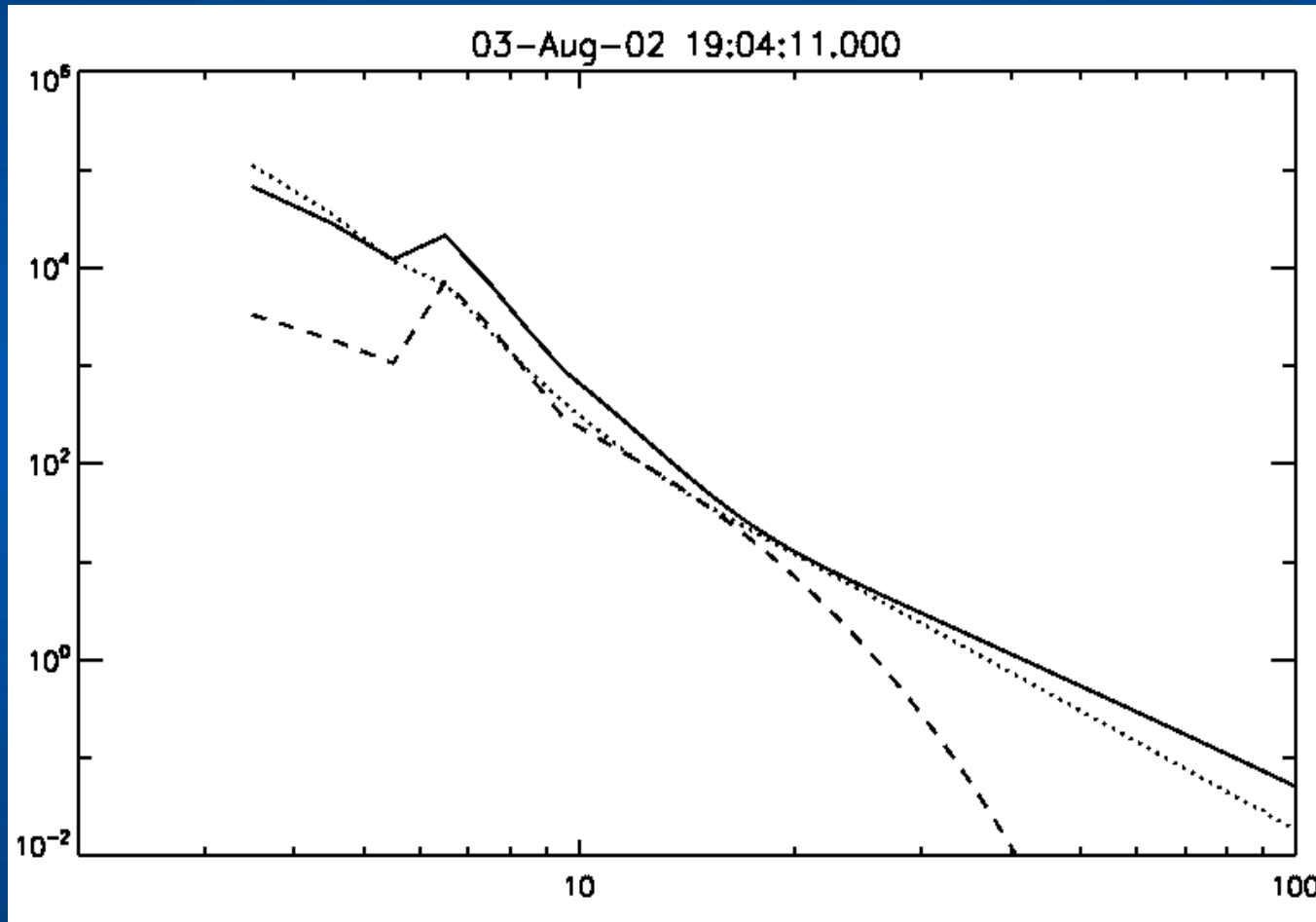


Szczególny przypadek - dwa składniki w stopie:

- termiczny ($T \sim 20 \text{ MK}$, $EM \sim 10^{48}$)
- nietermiczny (potęgowa zależność między energią i wysokością)



Względne jasności źródeł

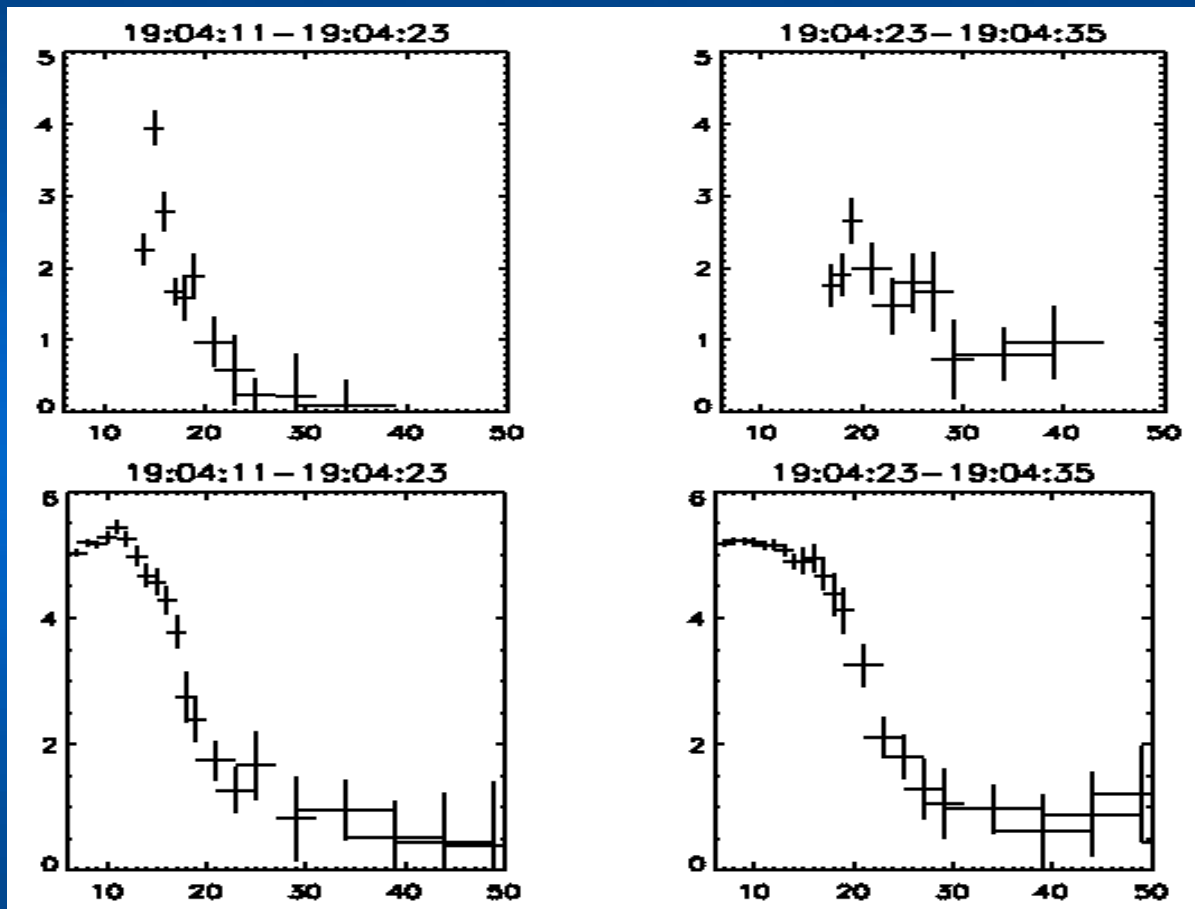


Jaki wpływ na
wyznaczenie
centroidu ma blisko
położone sąsiednie
źródło?

Względne jasności
źródeł HXR są funkcją
energii – zaburzenia
w przebiegu
zależności E-H



Zaburzenia zależności



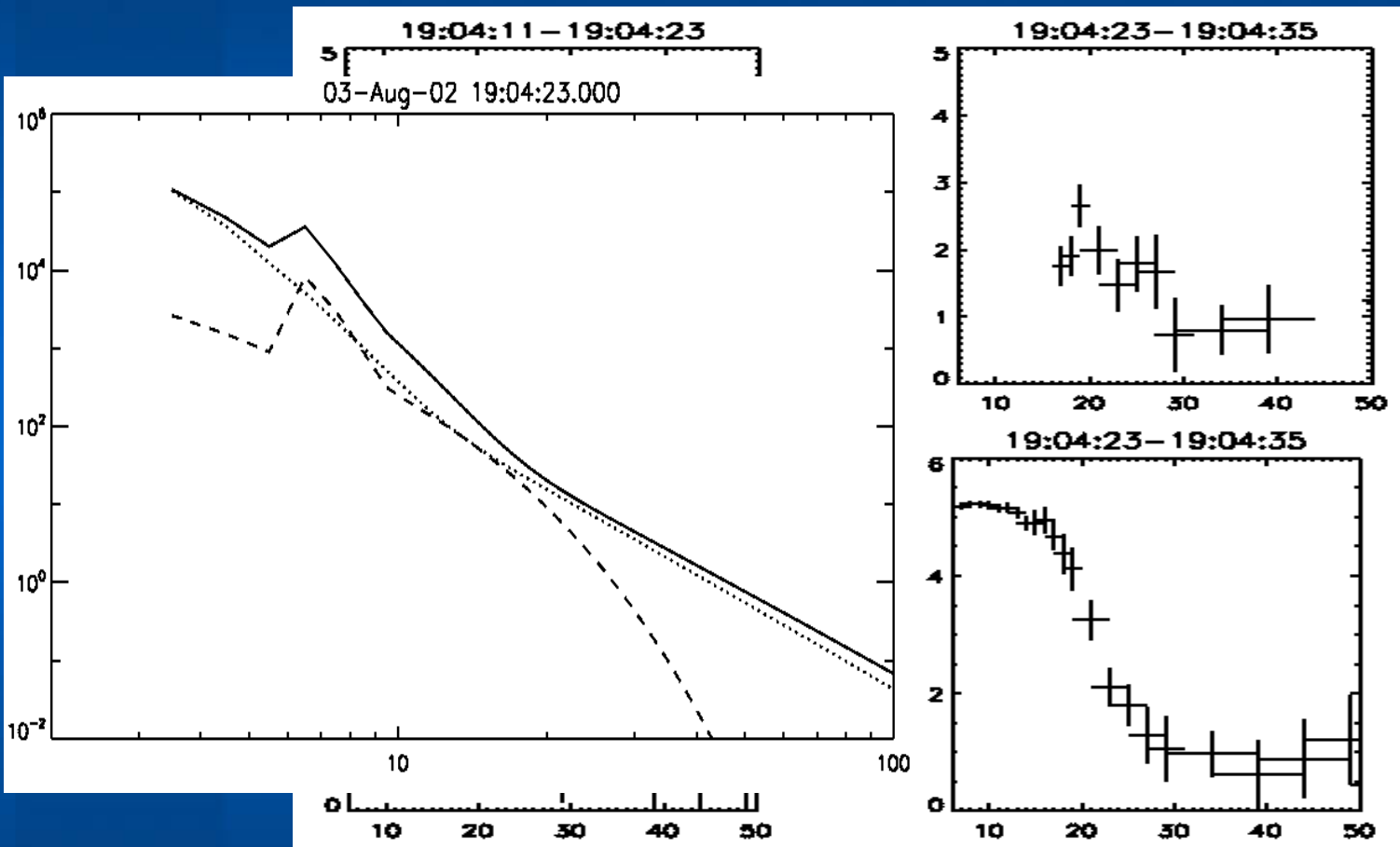
Stopa północna

Stopa południowa

Widoczny wpływ źródła szczytowego dla krótszych przedziałów czasu, kiedy mamy gorszą statystykę.



Zaburzenia zależności



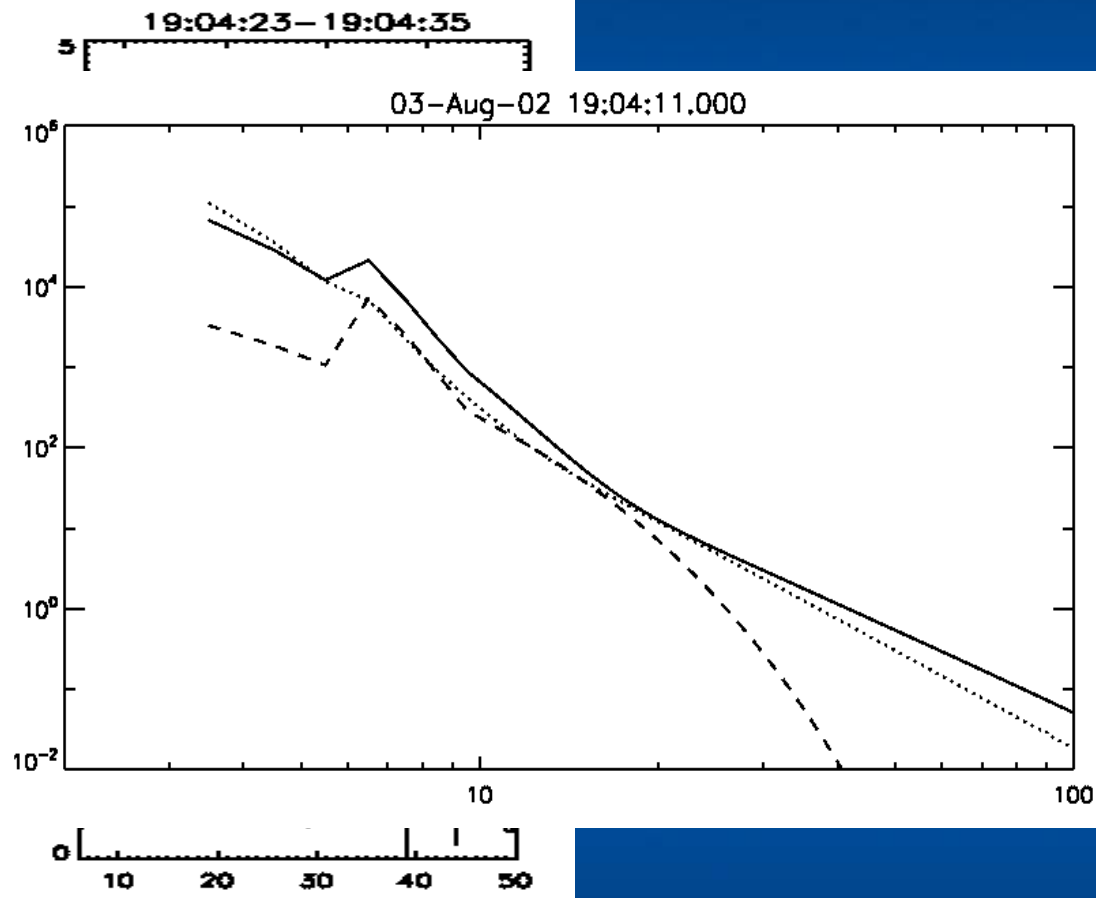
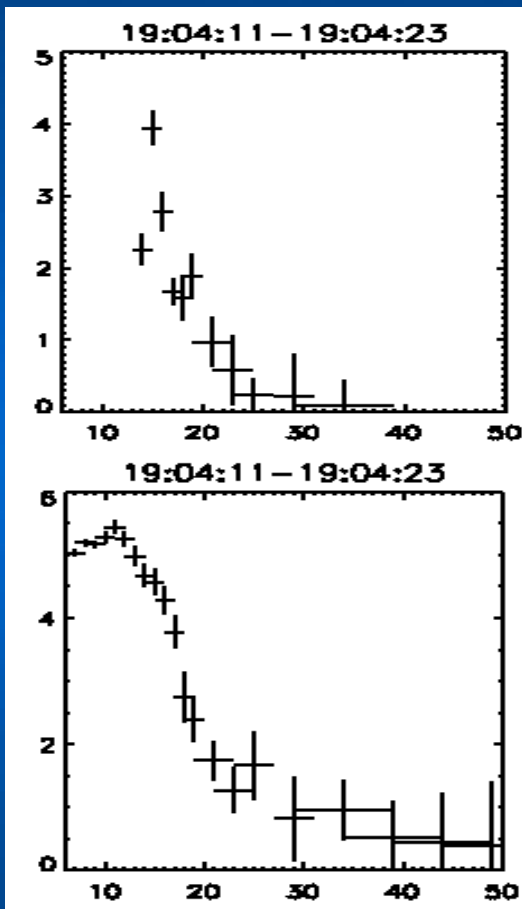
Stopa północna

Stopa południowa

Widoczny wpływ źródła szczytowego dla krótszych przedziałów czasu, kiedy mamy gorszą statystykę.



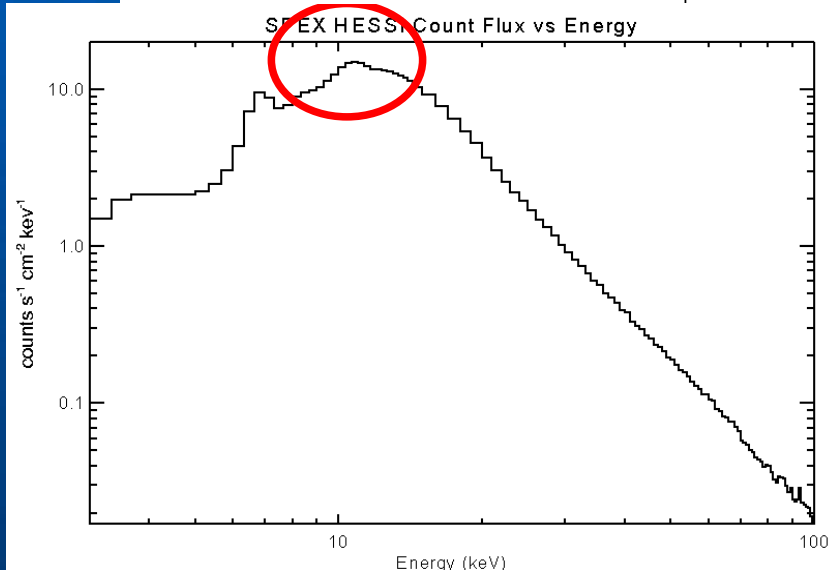
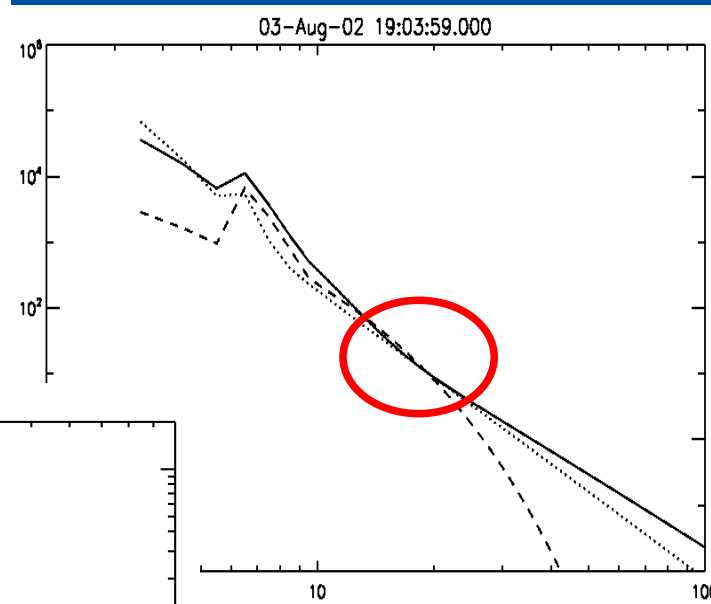
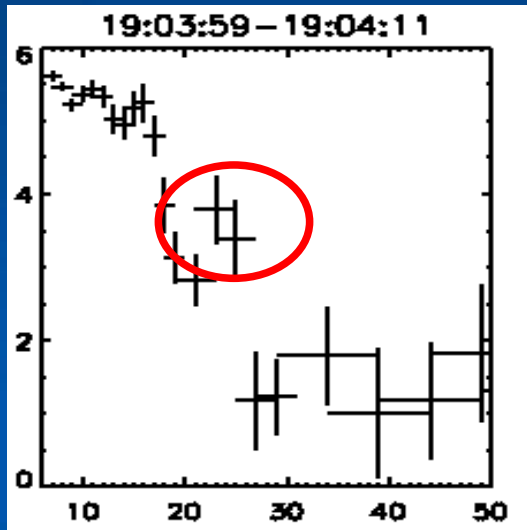
Zaburzenia zależności



Widoczny wpływ źródła szczytowego dla krótszych przedziałów czasu, kiedy mamy gorszą statystykę.



Zaburzenia zależności (Pile – up)



Pierwsza przesłona

maksimum zliczeń
ok. 10 – 12 keV

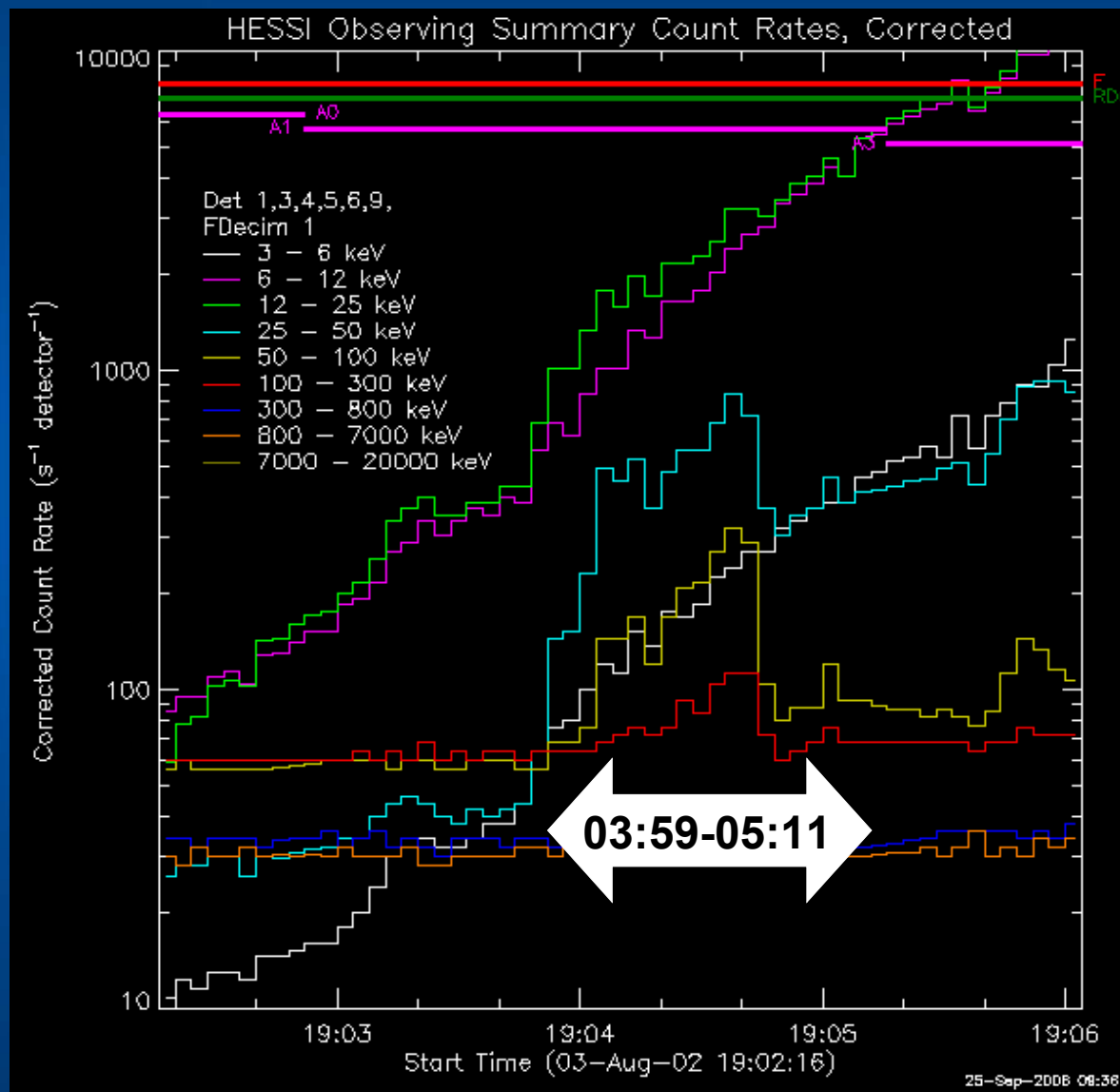
Pile-up ujawnia się
głównie w zakresie
20 – 24 keV

Podobne jasności
wszystkich trzech
źródeł w zakresie
15 – 20 keV

Wybrane przedziały
energii są wystarczająco
wąskie aby kontrolować
te efekty



Zależność E-H (ewolucja w czasie)



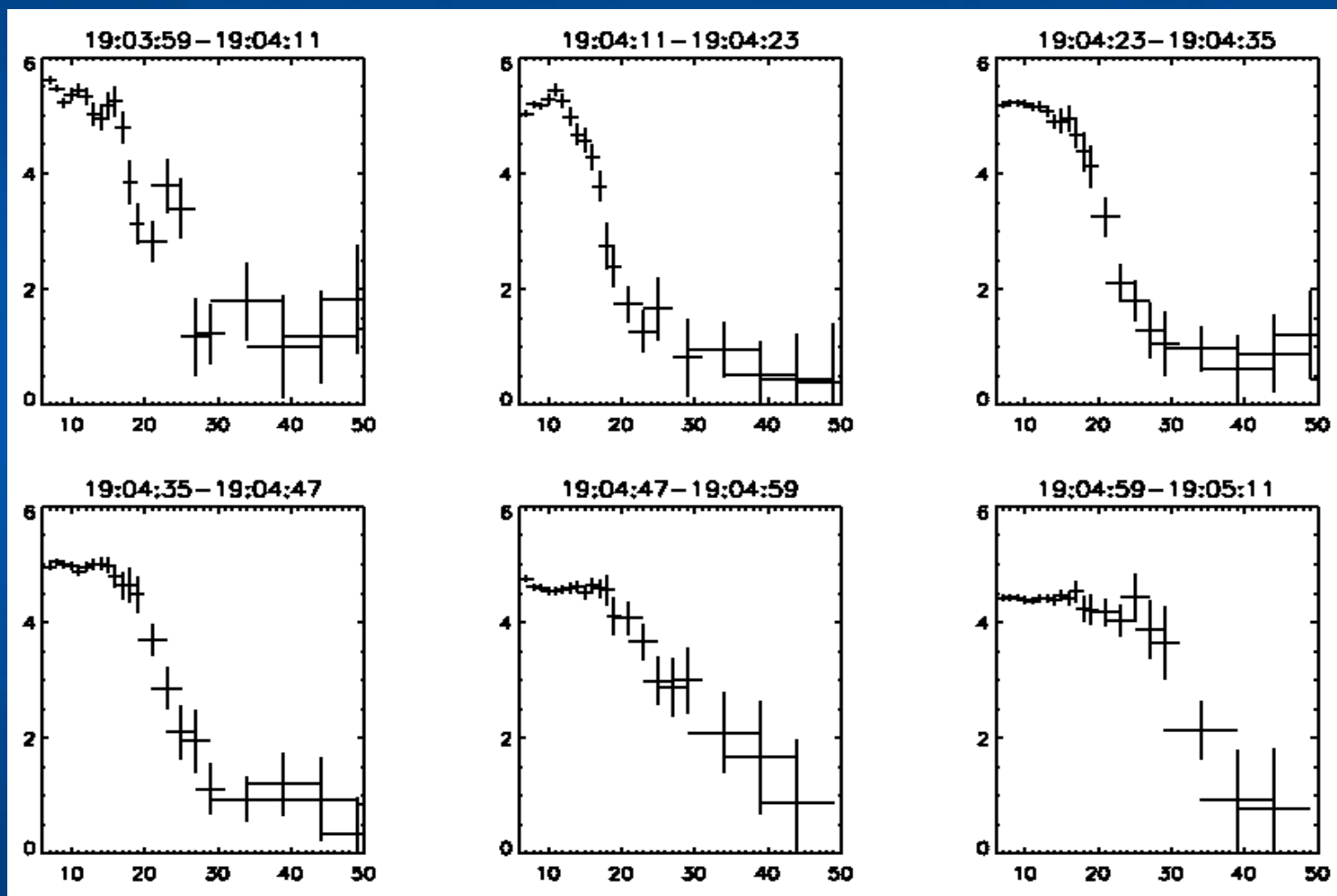
Przedziały energetyczne identyczne jak w przypadku całego impulsu.

Sześć 12-sto sekundowych przedziałów czasu obejmujących cały impuls

Poziom referencyjny nie wykazywał istotnej zmienności w czasie.



Zależność E-H (ewolucja w czasie)



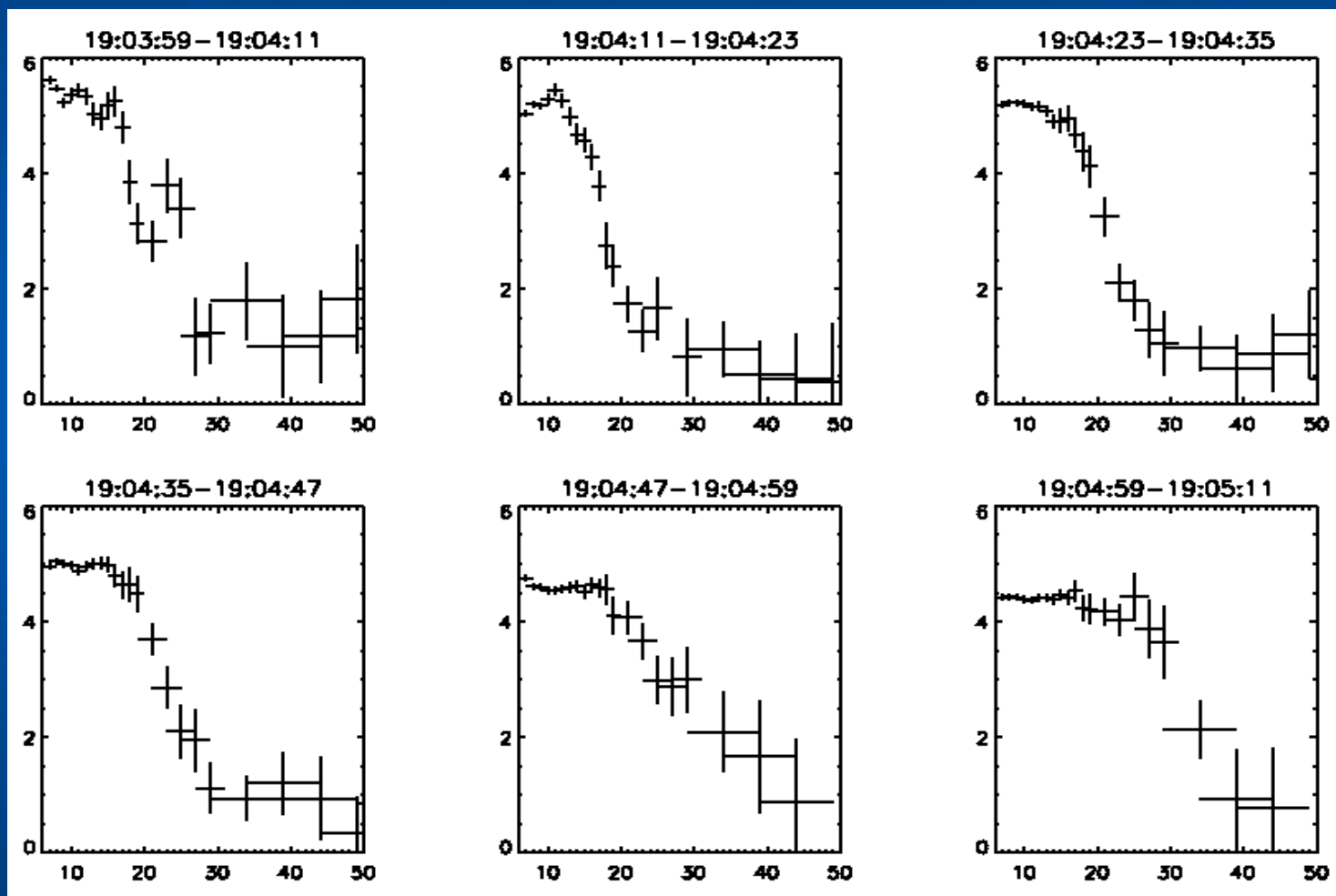
Część termiczna wędruje w dół.

Centroidy z zakresu 20 – 40 keV przesuwają się w górę struktury

Dla pierwszej i ostatniej krzywej widoczny wpływ pile-up?

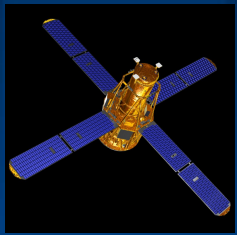


Zależność E-H (ewolucja w czasie)



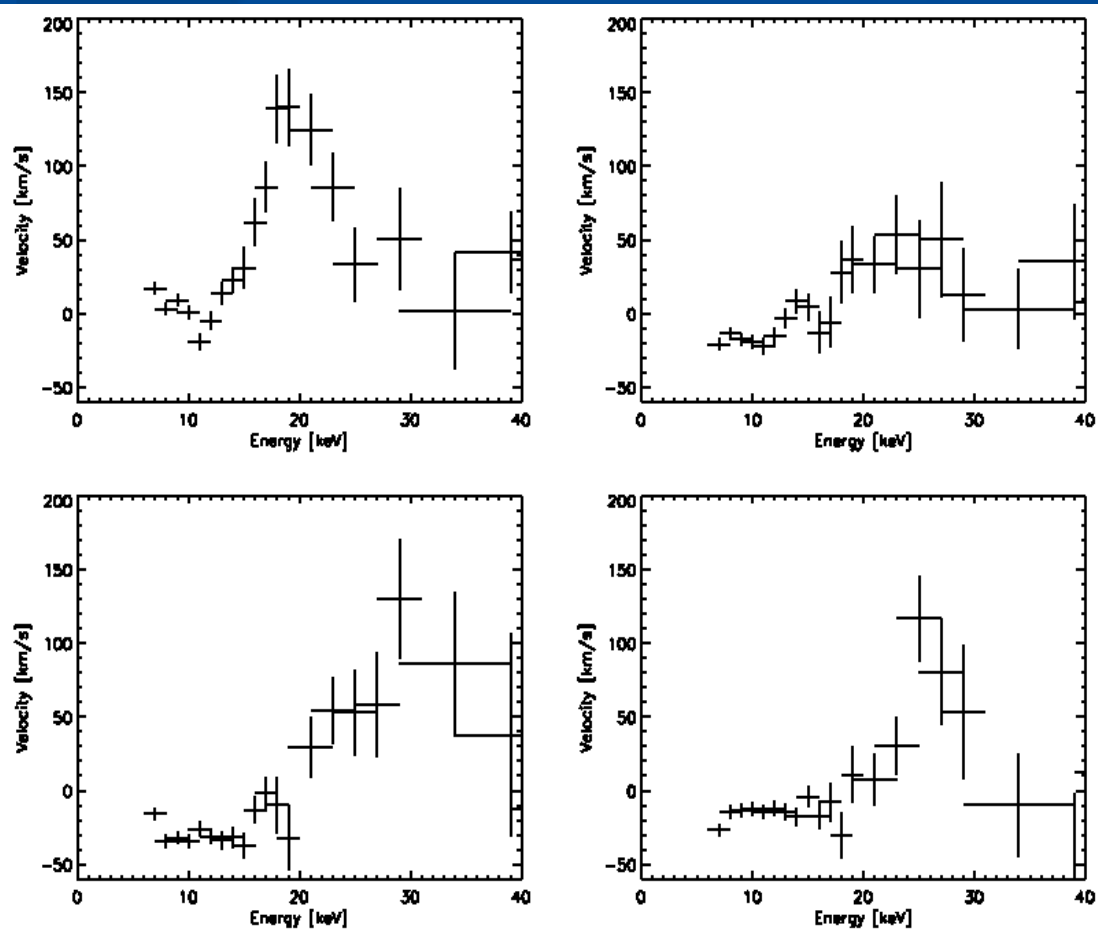
Porównując sąsiednie zależności można określić prędkości zmian położenia źródeł HXR obserwowanych w różnych przedziałach energii

To nie są prędkości przemieszczającej się plazmy !



Zależność E-H (ewolucja w czasie)

Ujemne prędkości (w dół) źródła termicznego:



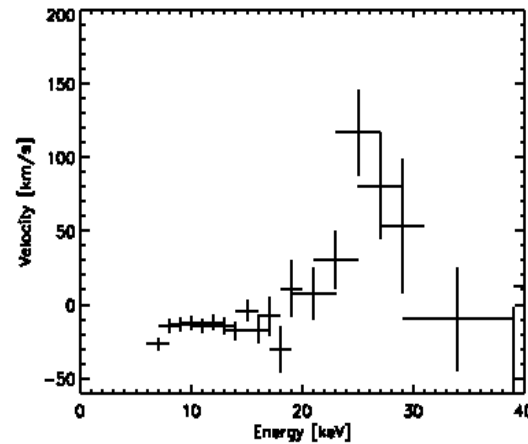
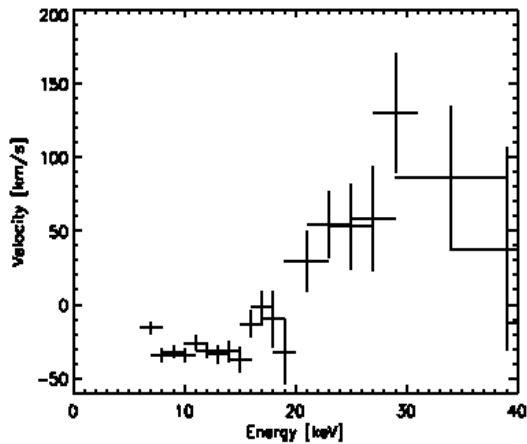
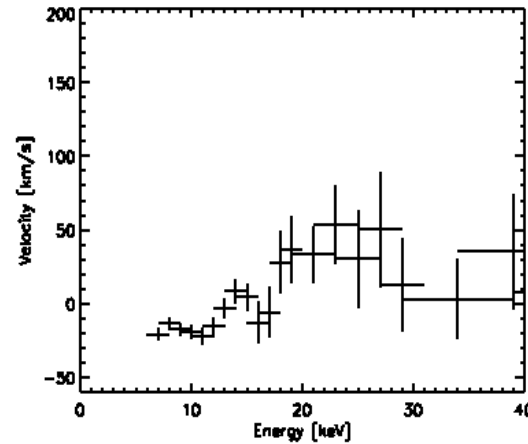
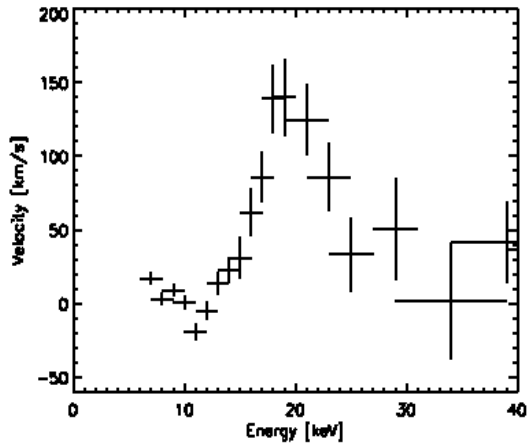
- kompresja w wyniku uderzenia wiązki elektronów; pęd zgromadzony w wiązce (Reale i in., 1985, A&A 152, L5) znacznie przekracza ciśnienie gazu w obszarze przejściowym.

- podgrzewanie głębszych, bardziej gęstych warstw atmosfery; takie prędkości frontu termicznego uzyskiwane są w modelach (Nagai i Emslie, 1984, ApJ 279, 896)

- inne?



Zależność E-H (ewolucja w czasie)



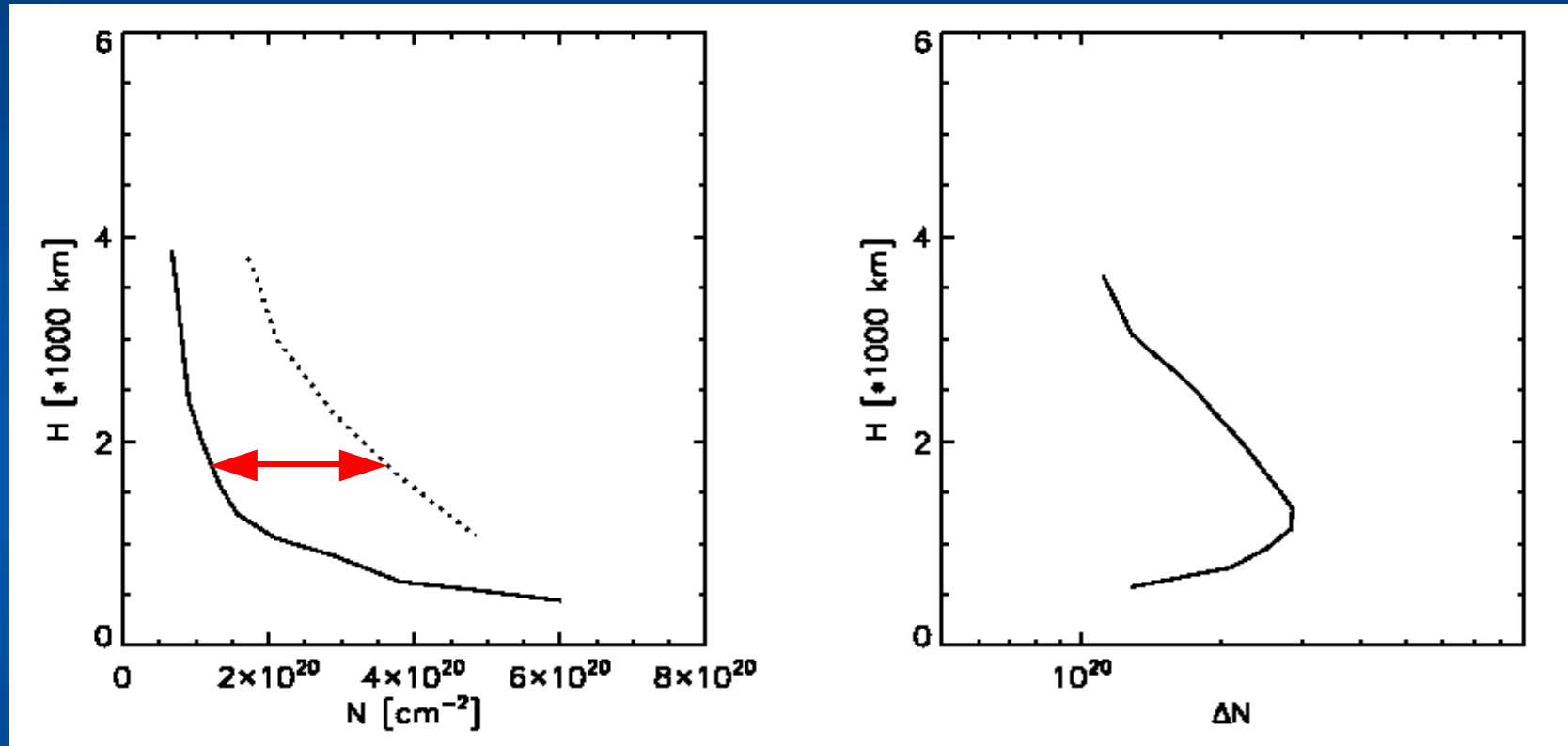
Dodatnie prędkości (w górę) źródeł o czysto nietermicznym charakterze są związane ze zmianami gęstości kolumnowej.

$$N_c(h) \sim E_c^2$$

Takie zmiany obserwowane w zakresie wysokich energii informują o ilości materii przemieszczającej się między różnymi poziomami atmosfery.



Zmiany gęstości kolumnowej

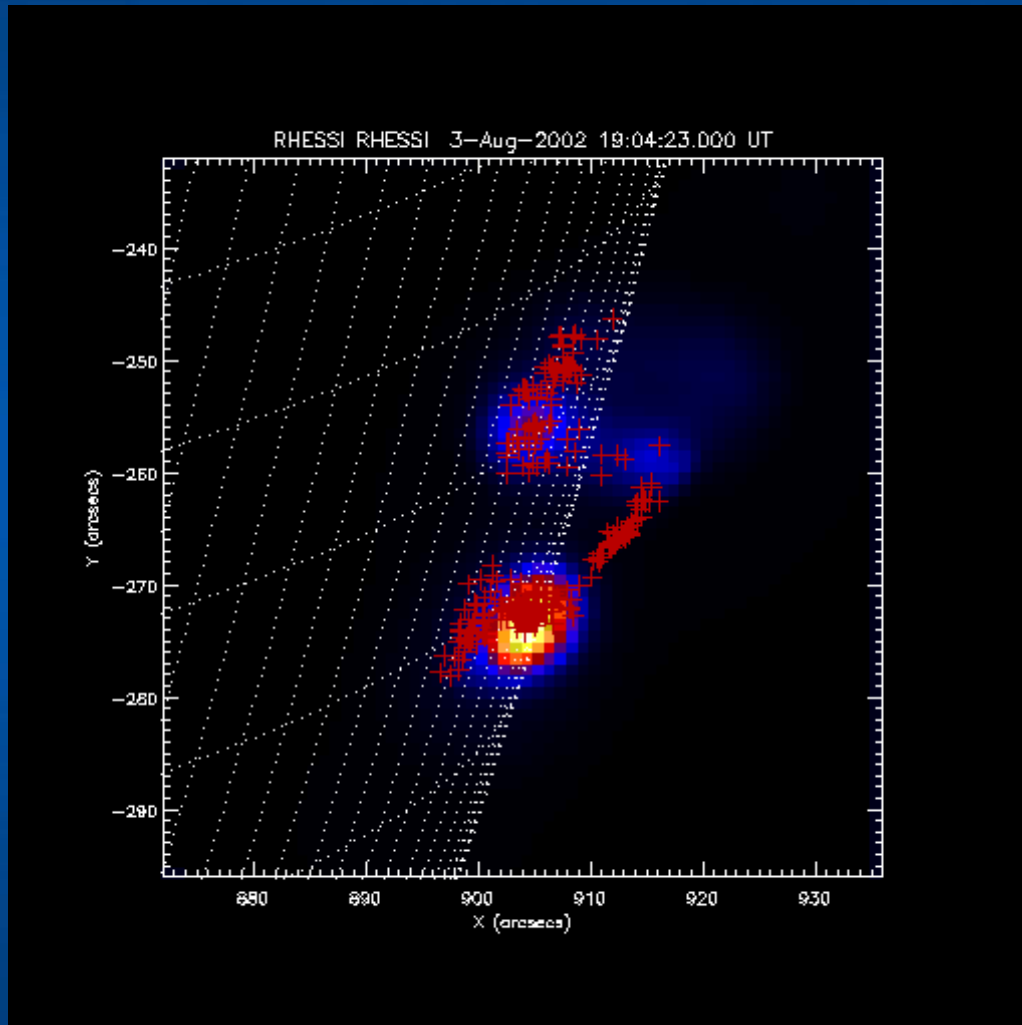


Różnica gęstości kolumnowej wyznaczona na danym poziomie w dwóch momentach czasu informuje nas o dodatkowej materii, która znalazła się ponad danym poziomem.

Aby oszacować masę potrzebny jest rozmiar pętli.



Rozmiar pętli rozbłyskowej



Średnica $\sim 2.9 \cdot 10^8$ cm

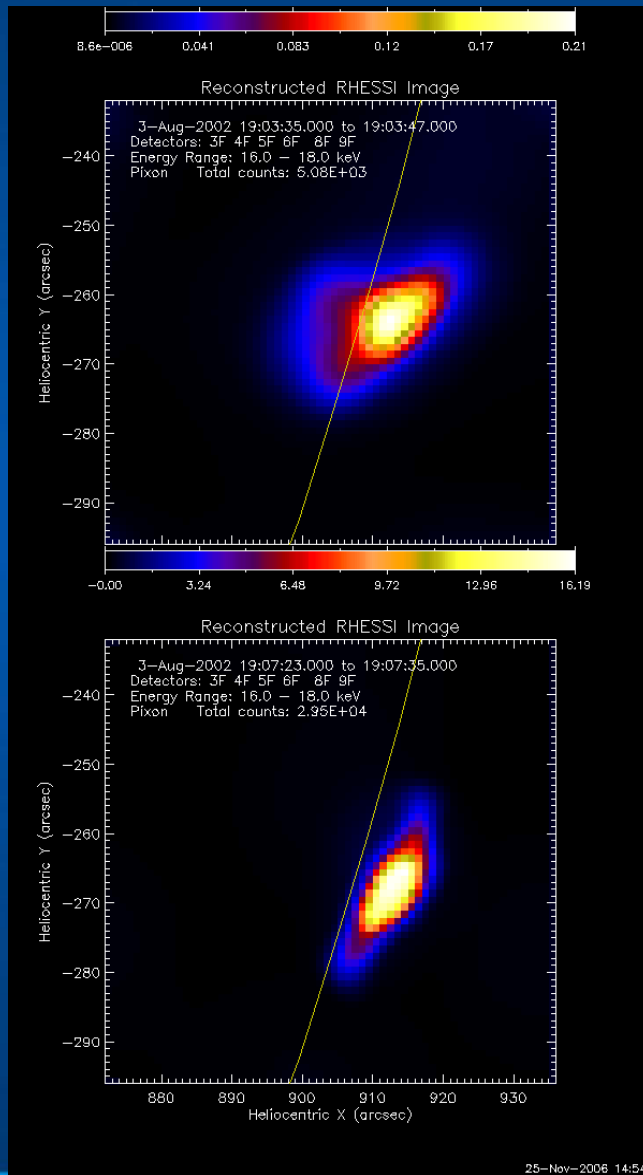
Wysokość $\sim 10^9$ cm

Długość poł. $\sim 1.6 \cdot 10^9$ cm

Masa odparowana w stopie
południowej $\sim 5 \cdot 10^{13}$ g



Ilość materii zgromadzonej w szczycie pętli



1. Różnica miar emisji w szczycie pętli wyznaczonych przed pierwszym impulsem HXR oraz w maksimum jasności rozbłysku:

$$M \sim 8 \cdot 10^{13} \text{ g}$$

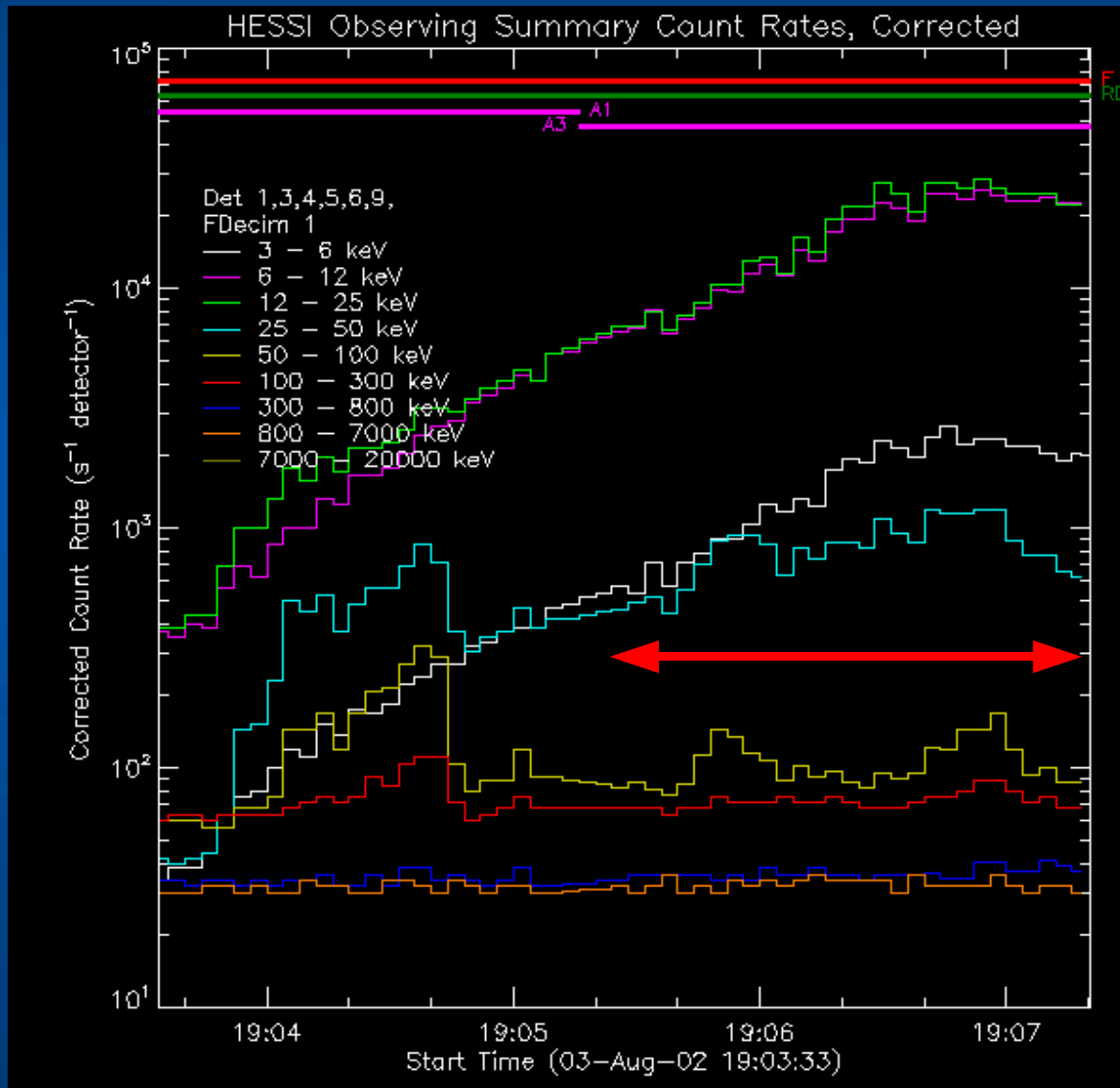
2. Prawa skalujące (Preś & Kołomański):

$$M \sim 2.9 \cdot 10^{14} \text{ g}$$

Biorąc pod uwagę obecność drugiej stopy, oraz dwóch innych impulsów można stwierdzić, że ilość odparowanej materii jest wystarczająca do wypełnienia jądra rozbłyskowego .



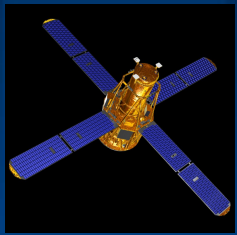
Parowanie chromosfery



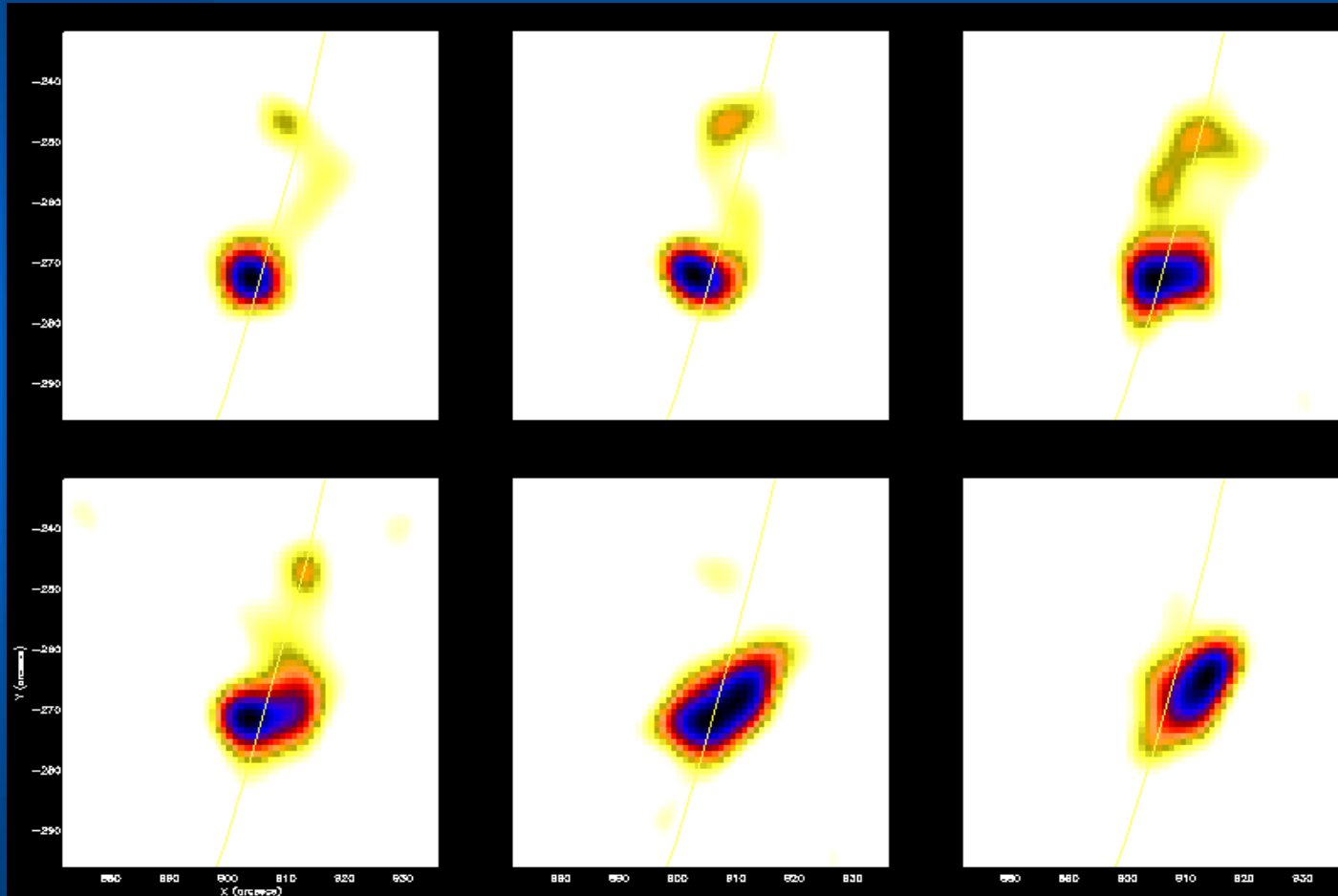
**Przedział czasu po
głównym impulsie**

**Odpowiada końcowemu
odcinkowi fazy wzrostu**

**Widoczne kolejne dwa
impulsy**



Parowanie chromosfery



Zakres energii:

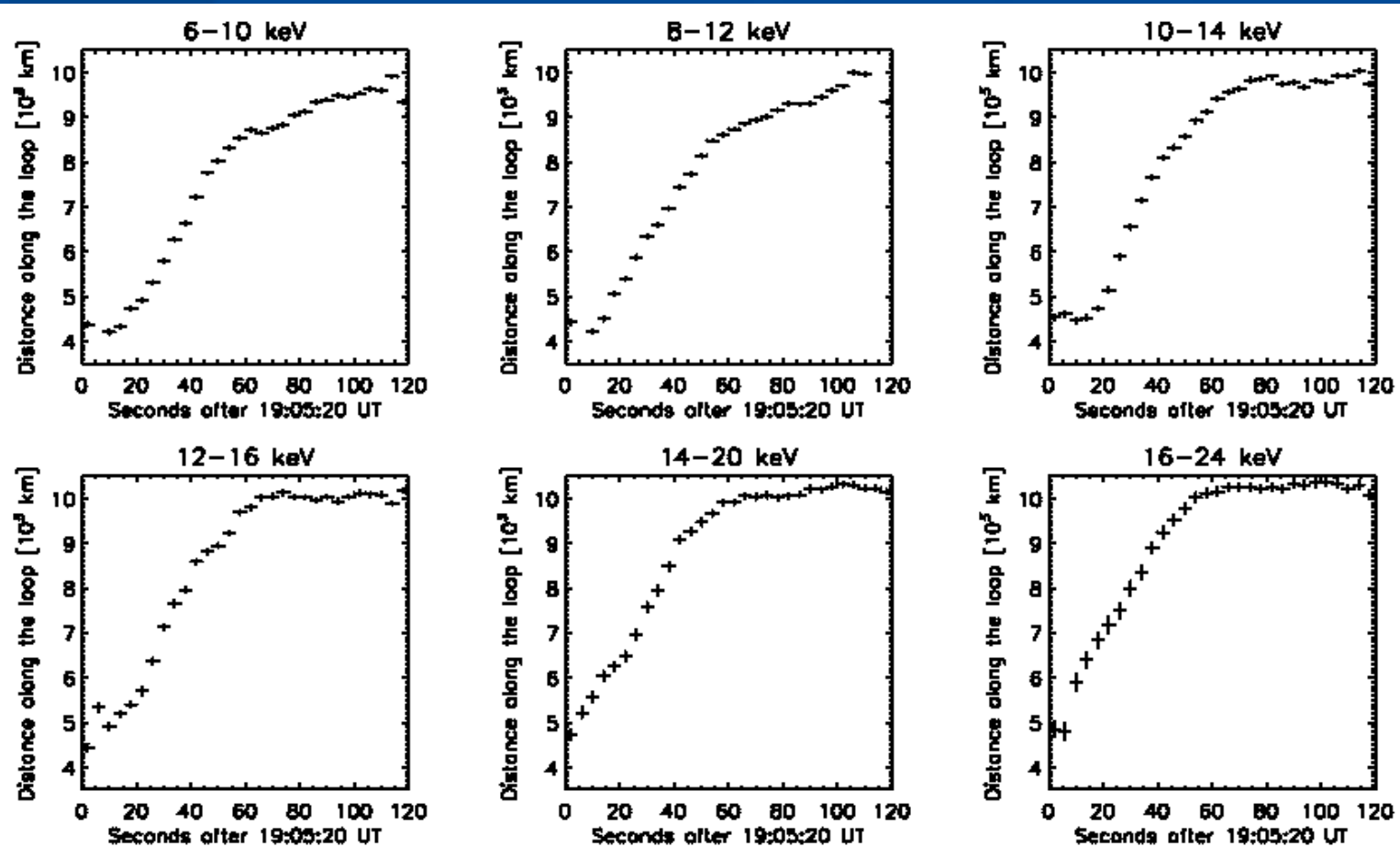
10 – 14 keV

Czas integracji:

4 s



Parowanie chromosfery



Ten sam poziom referencyjny co w przypadku zależności E-H

Różne momenty startu dla różnych przedziałów energii

Maksymalne prędkości rzędu 150 – 200 km/s



Koniec (prawie)



3 VIII 2002 r. - epilog

Gburek, S., Sylwester, J., Sylwester, B., Dennis, B.R., Phillips, K.J.H.,
2005, *AdSpR* 35, 1728

Mrozek, T., 2006, *AdSpR* 38, 962

Gburek, S., Mrozek, T., Siarkowski, M., Sylwester, J., *wysłane do AdSpR*

Mrozek, T., Kołomański, S., *Proc. of the 8th Hvar Astrophysical Colloquium*

RESIK – całe zjawisko (saturacja w maksimum)

RHESSI – całe zjawisko

BigBear – całe zjawisko

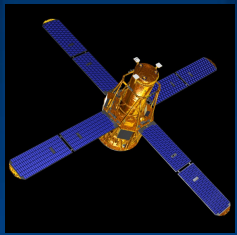
TRACE – całe zjawisko (171 Å, rozdzielczość czasowa 20 – 30 s)



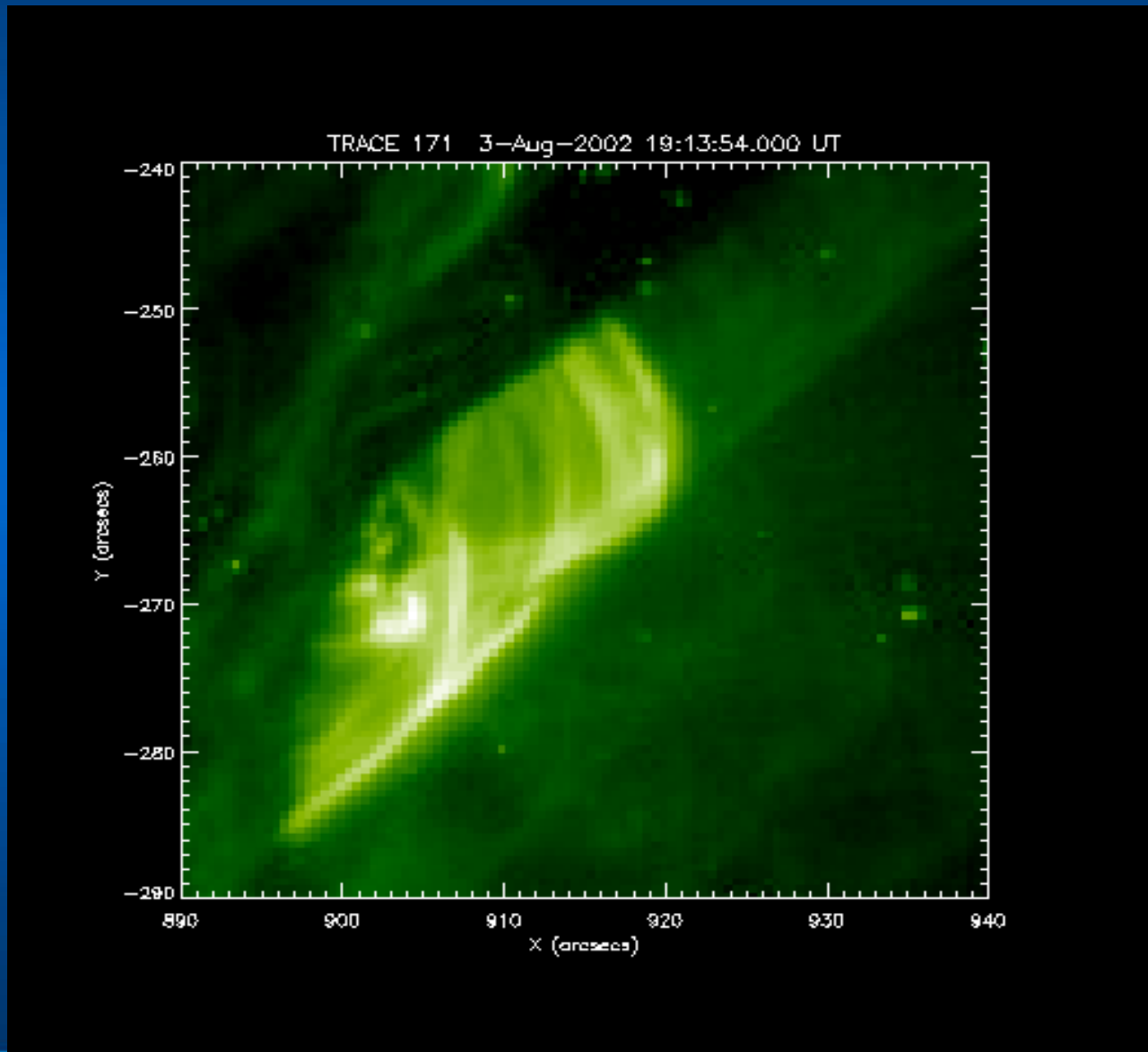
3 VIII 2002 r.- Rozbłysk Kolumba



“... 3 sierpnia 1492 karaka Santa María (280 ton) oraz dwie karawele - Pinta (240 ton) i Niña (100 ton), na których przebywało łącznie około 90 ludzi, podniosły kotwice. “



3 VIII 2002 r.- Rozbłysk Kolumba





Koniec

