

**Seminarium Sprawozdawcze Zakładu Cząstek Elementarnych
Instytutu Problemów Jądrowych im. A. Sołtana**

7.12.2004

π of the Sky

- **zespół**
- **program naukowy**
- **aparatura**
- **osiągnięcia**
- **perspektywy**

<http://grb.fuw.edu.pl>

prezentuje: Krzysztof Nawrocki

Zespół „ π of the Sky”

Instytut Problemów Jądrowych

- ◆ dr M.Górski, dr K.Nawrocki, mgr M.Sokołowski, dr hab. G.Wrochna
(niektóre detale do prototypu wykonał warsztat P6)

Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

- ◆ dr hab. L.Mankiewicz

Instytut Fizyki Doświadczalnej UW

- ◆ dr M.Ćwiok, inż. H.Czyrkowski, inż. R.Dąbrowski, dr hab. W.Dominik,
L.W.Piotrowski

Obserwatorium Astronomiczne UW

- ◆ mgr B.Pilecki, mgr D.Szczygieł

Instytut Systemów Elektronicznych PW

- ◆ dr A.Burd, mgr M.Grajda, dr K.Poźniak, dr hab. R.Romaniuk,
G.Kasprowicz, S.Stankiewicz

Uniwersytet Kard. Stefana Wyszyńskiego

- ◆ K.Krupska, K.Kwiecińska

We współpracy z

- ◆ prof. B.Paczyńskim, Princeton i dr. G.Pojmańskim, OA UW (ASAS)

Program naukowy „ π of the Sky”

**Badanie obiektów astrofizycznych
o szybkiej zmienności (1 s – 1 rok)**

a w szczególności

**Poszukiwanie błysków optycznych
stowarzyszonych z rozbłyskami γ (GRB)**

- GRB to krótkie (0.01-100s) impulsy γ
z punktowych źródeł na niebie
- Pochodzą spoza Galaktyki
- Mogą być skutkiem zapaści SN do czarnych dziur,
zderzeń gwiazd neutronowych itp.
- Obecnie satelity rejestrują 2-3/miesiąc
i ślą alerty przez GRB Coordinate Network (GCN)

Aparatura „ π of the Sky”



Brwinów

- montaż paralaktyczny
- 5 kroków / arcsec
- < 1 min w dowolny punkt nieba

- 2 kamery CCD 2000×2000 pikseli
- obiektywy Zeiss $f=50\text{mm}$, $d=f/1.4$
- wspólne pole widzenia $33^\circ \times 33^\circ$

Las Campanas Observatory, Chile

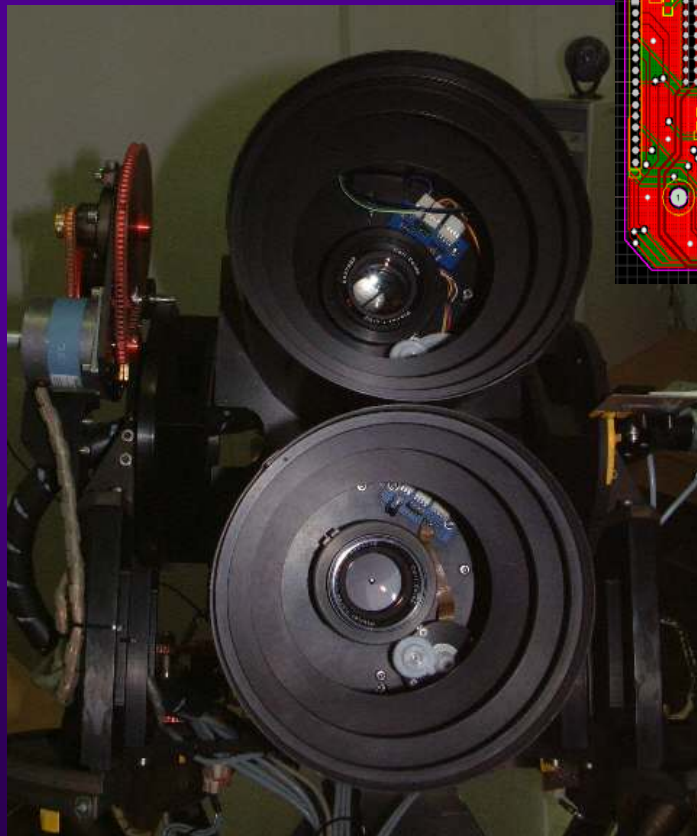
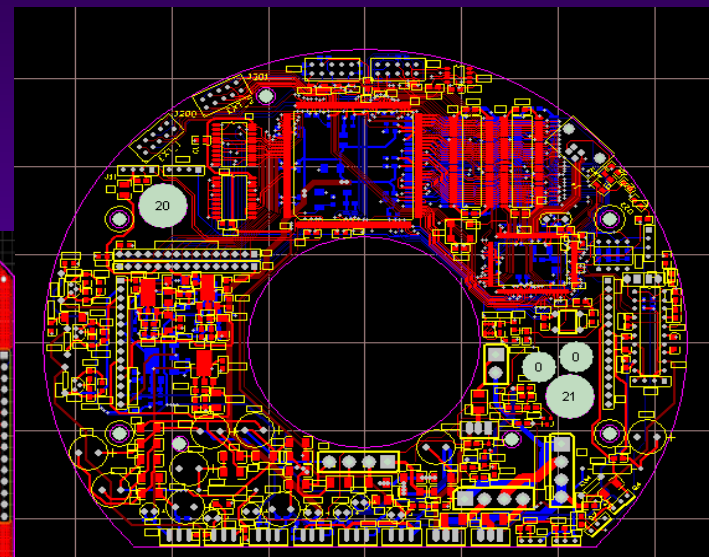
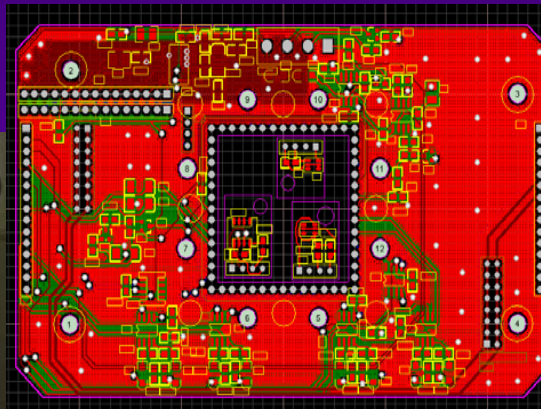


Osiągnięcia „ π of the Sky”

- Skonstruowanie specjalnych kamer CCD
- Stworzenie detektora-roboty
- Opracowanie algorytmów wyszukiwania błysków
 - skuteczna redukcja tła (kilka/miesiąc)
- Poszukiwanie optycznych odpowiedników GRB
 - limity na GRB 040825A i GRB 040916B
- Badanie gwiazd kataklizmicznych
 - obserwacje nowej karłowatej ASAS 002511+1217.2 przed odkryciem przez ASAS
- Badanie gwiazd okresowych
 - odkrycie zmienności gwiazdy CD-35 14833
- Spektakularne obserwacje meteorów
 - rejestracja wybuchu bolidu 2.12.2004

Kamery „ π of the Sky”

- efektywność kwantowa $\sim 30\%$
- szum odczytu $\sim 15 e^-$
- ADC 16 bit $\times 2$ MHz $\Rightarrow 2$ s / klatkę
- USB 2.0



- programowalna elektronika (FPGA)
- procesor Cypress, 16 MB RAM
- czujniki temperatury i wilgotności
- CCD w atmosferze argonu, chłodzone 35° poniżej otoczenia
- migawka na 10^7 otwarć
- silnik do ogniskowania

„ π of the Sky”: detektor-robot

System pracuje autonomicznie według programu:

- śledzi pole widzenia satelity HETE
- samodzielnie wykrywa błyski optyczne
- wieczorem i rano skanuje całe niebo (2×20min)
- podąża za obiektami alertów satelitarnych

Wysoka niezawodność:

- 2 PC, remote-reset, Wake-on-LAN, Boot-from-LAN
- samodiagnostyka (e-mail i SMS do Polski)

W ciągu 5 miesięcy pracy:

- 4 noce przestoju z powodu awarii
+ kilka nocy przestoju z powodu pogody
- > 130 nocy pracy, 650 000 zdjęć nieba,
10¹⁰ pomiarów fotometrycznych

Algorytmy rozpoznawania błysków

Rozwiązania inspirowane eksperymentami fizyki cząstek

- koincydencja 2 kamer
- wielostopniowy tryger (M. Sokołowski)

Pierwsza udana próba redukcji tła (kilka błysków / miesiąc)

J.I.Katz w książce “The Biggest Bangs” (Oxford Univ. Press 2002)

tak pisze o detektorze błysków ETC sprzężonym z teleskopem RMT:

“ETC found an enormous number, hundreds per night, of spurious flashes, mostly sunlight reflected by artificial Earth satellites, meteors, clouds scattering moonlight, or stars appearing from behind clouds. ...

It may be possible to find a needle in a handful of straw, but ETC was giving the RMT a whole haystack. As a result, the RMT never collected useful data.”

„ *π of the Sky*” zaobserwował 32 błyski o długości $< 10s$

Nie można wykluczyć, że to refleksy satelitarne

21.2.2004 w czasie testów w Polsce

zaobserwowano błysk $> 15s$

w miejscu galaktyki LEDA 11485



„ π of the Sky”: obserwacje GRB

17 GRB wykrytych przez satelity od 1.7.2004, z tego:

1 - aparatura wyłączona

1 - nieosiągalny (północna półkula)

10 - w ciągu dnia

4 - poza polem widzenia, dla dwóch z nich limity

GRB 040812, $>12^m$ dla $t > t_0 + 20\text{min}$

GRB 040916B, $>13^m$ dla $t > t_0 + 17\text{min}$ (publ. GCN 2725)

1 - w polu widzenia

GRB 040825A (publikacja GCN 2677)

$>10^m$ dla $t < t_0 - 11\text{s}$

$>12^m$ dla $t = t_0$

$>9.5^m$ dla $t > t_0 + 7\text{s}$



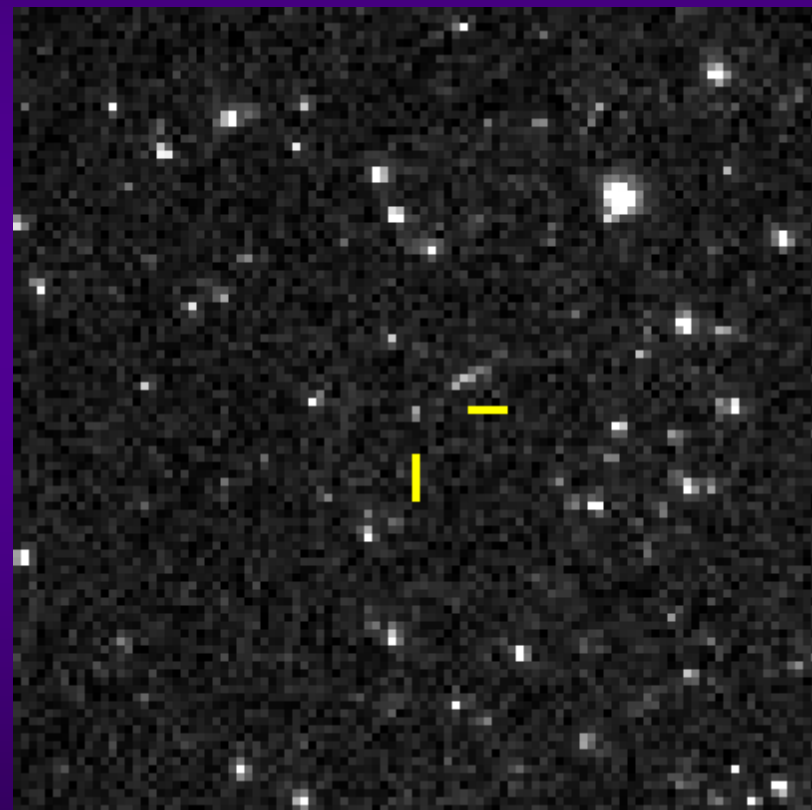
pierwszy limit przed
i w czasie trwania GRB

Opublikowano w GCN limity lepsze od innych eksperymentów

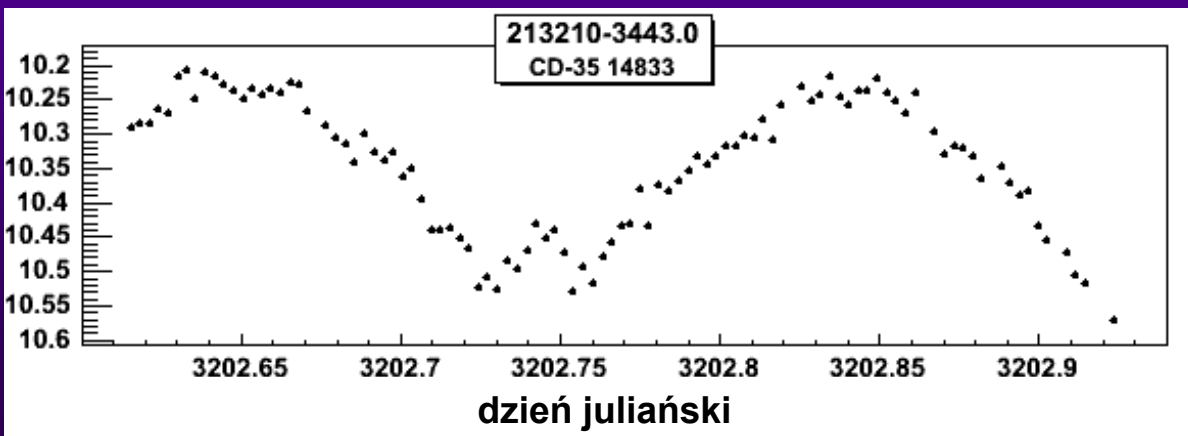
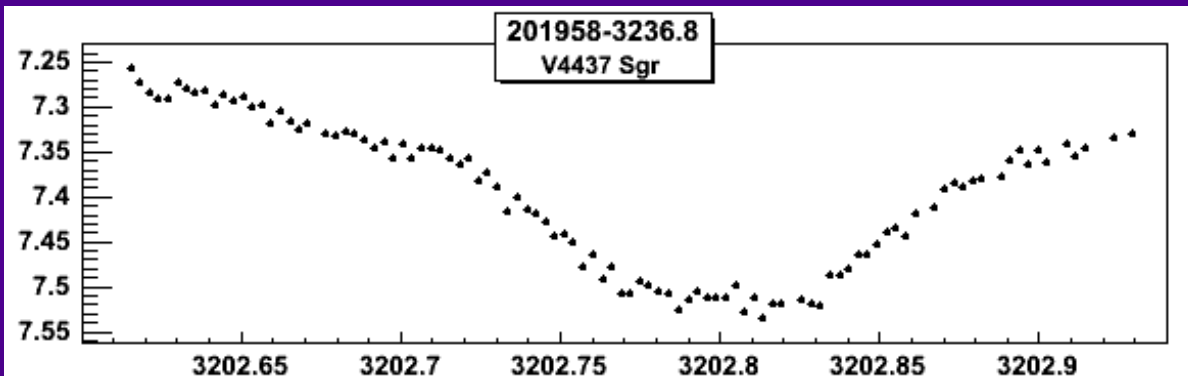
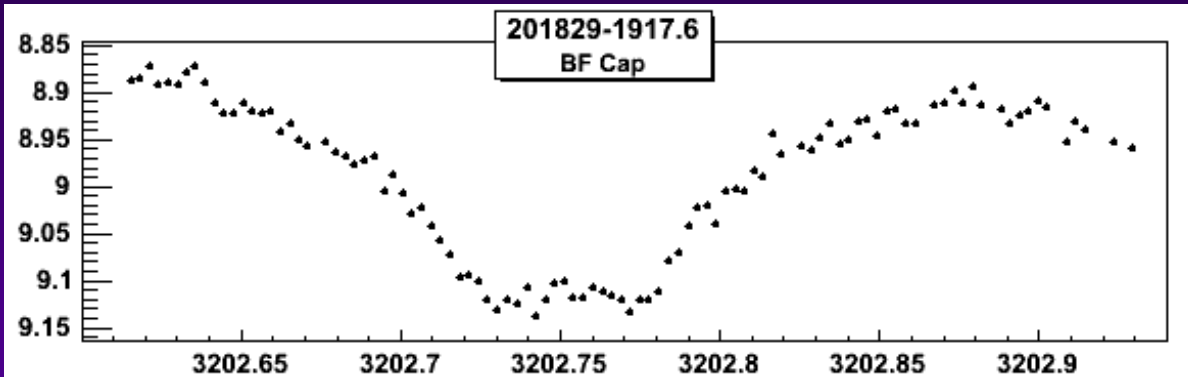
Obserwacje gwiazd kataklizmicznych

Obserwacja nowej karłowatej ASAS 002511+1217.2
przed odkryciem przez ASAS

Data	UT	Aparatura	Jasność
06.9	8:43	ASAS	-
10.9	9:02	<i>π of the Sky</i>	11.0 m
11.9	4:44	ASAS	10.4 m
11.9	8:33	<i>π of the Sky</i>	10.7 m
15.9	7:01	ASAS	11.1 m
15.9	ogłoszenie odkrycia przez ASAS		
16.9	8:43	ASAS	11.1 m
16.9	9:01-9:39	<i>π of the Sky</i>	11.6 m
19.9	2:38-8:29	<i>π of the Sky</i>	11.5 m



Obserwacje gwiazd okresowych



Przykład krzywych blasku z jednej nocy:

BF Cap i
V4437 Sgr

to znane zmienne zaćmieniowe typu β Lyrae

Odkrycie
zmienności
gwiazdy
CD-35 14833
 \Rightarrow okres ~ 9 h

„ π of the Sky”: obserwacje meteorów

Wybuch bolidu zarejestrowany 2.12.2004



Osiągnięcia „ π of the Sky”

- Skonstruowanie specjalnych kamer CCD
- Stworzenie detektora-roboty
- Opracowanie algorytmów wyszukiwania błysków
 - skuteczna redukcja tła (kilka/miesiąc)
- Poszukiwanie optycznych odpowiedników GRB
 - limity na GRB 040825A i GRB 040916B
- Badanie gwiazd kataklizmicznych
 - obserwacje nowej karłowatej ASAS 002511+1217.2 przed odkryciem przez ASAS
- Badanie gwiazd okresowych
 - odkrycie zmienności gwiazdy CD-35 14833
- Spektakularne obserwacje meteorów
 - rejestracja wybuchu bolidu 2.12.2004

Perspektywy „ π of the Sky”

Finalizowana umowa z Fundacją Astronomii Polskiej na 2 kamery dla ASAS + 2 dla „ π of the Sky”

Złożony wniosek grantowy na budowę 2×16 kamer pokrywających całe niebo ($>\pi$)

Przygotowywany grant międzynarodowy z Astrophysikalisches Institut Potsdam na budowę $O(100)$ kamer o większym zasięgu

Zainteresowanie zamówieniem aparatury wyraziły:

- Princeton University
- South Africa Astronomical Observatory
- Obserwatorium Astronomiczne UAM w Poznaniu
- Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego
- Centrum Nauki „Kopernik”
- Obserwatorium Naukowo-Dydaktyczne WF UW (projekt)

Publikacje „ π of the Sky” 2004

Pi of the Sky - all-sky, real-time search for fast optical transients (submitted to *New Astronomy*)
[astro-ph/0411456](#), IPJ 2004/01

Apparatus to Search for Optical Flashes of Extragalactic Origin (Conference Record)
IEE NSS Rome 2004

"Pi of the Sky" - automatic search for fast optical transient over the whole sky (reviewed paper)
[Astronomische Nachrichten / AN 325, No. 6-8, 2004](#) (Potsdam 2004)

Search for optical flashes accompanying gamma ray bursts (conference paper)
[Proc. SPIE Vol. 5484, p. 283-289, July 2004](#) (Wilga 2003)

Simulation of point-like optical flashes in the sky (conference paper)
[Proc. SPIE Vol. 5484, p. 290-299, July 2004](#) (Wilga 2003)

Optoelectronics in TESLA, LHC and Pi-of-the-sky experiments (conference paper)
[Proc. SPIE, vol. 5576, pp.299-309 \(2004\)](#), (Krasnobród 2003)

REFERATY

- G.Wrochna, Uniwersytet Białostocki, 17.1.2005
- G.Wrochna, Seminarium ZFJA IFD UW, 7.1.2005
- L.Mankiewicz, CAMK, Warsaw, 1.12.2004
- L.Mankiewicz, Cracow, 23.11.2004
- *Poszukiwanie błysków optycznych towarzyszących pozagalaktycznym rozbłyskom gamma - eksperyment "Pi of the Sky"*, G.Wrochna, Swierk, 18.11.2004
- *Poszukiwanie błysków pozagalaktycznych - aparatura "Pi of the Sky" w akcji*, G.Wrochna, Warsaw, 29.10.2004
- *Apparatus to Search for Optical Flashes of Extragalactic Origin*, S.Stankiewicz [IEEE NSS, Rome](#), 16-22.10.2004
- *Błyski gamma - największe kataklizmy we Wszechświecie*, G.Wrochna, Warsaw, 17.08.2004
- *All sky monitoring in search for optical flashes of extragalactic origin*, L.Mankiewicz, [Robotic Astronomy, Potsdam](#), 12-15.07.2004
- *Data base of distant Universe events*, M.Zaczek, Wilga, 29.05.2004
- *„Pi of the Sky" project - software*, M.Jegier, Wilga, 29.05.2004
- *High sensitivity CCD cameras for "Pi of the Sky" project*, S.Stankiewicz, Wilga, 29.05.2004
- *Optyczne odpowiedniki błysków gamma*, L.W.Piotrowski, Warsaw, 21.05.2004
- *Poszukiwania optycznych odpowiedników błysków gamma*, M.Sokolowski, Warsaw, 2.03.2004

<http://grb.fuw.edu.pl>