

Posiedzenie Rady Naukowej
Instytutu Problemów Jądrowych im. A. Sołtana
19.04.2005

π of the Sky

- zespół
- program naukowy
- aparatura
- osiągnięcia
- perspektywy

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

prezentuje: Grzegorz Wrochna

Zespół „ π of the Sky”

Instytut Problemów Jądrowych

- ◆ mgr J.Mrowca-Ciułacz, dr K.Nawrocki, mgr M.Sokołowski, dr hab. G.Wrochna, (+ dr M.Górski)
(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, mgr G.Kasprowicz, S.Stankiewicz

Wydział Fizyki PW

- ◆ M.Molak, J.Użycki

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=50mm, d=f /1.4
- wspólne pole widzenia 33°×33°

Las Campanas Observatory, Chile

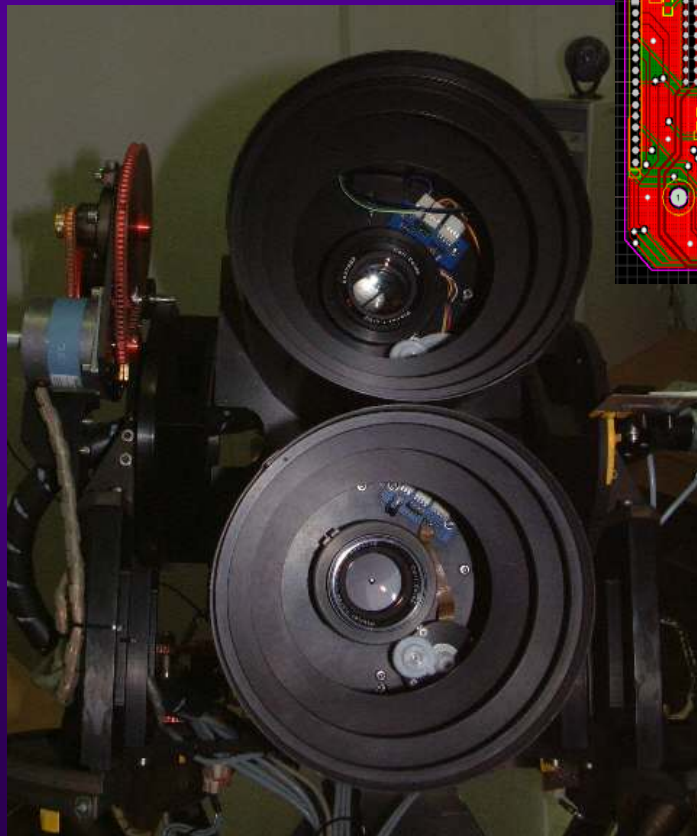
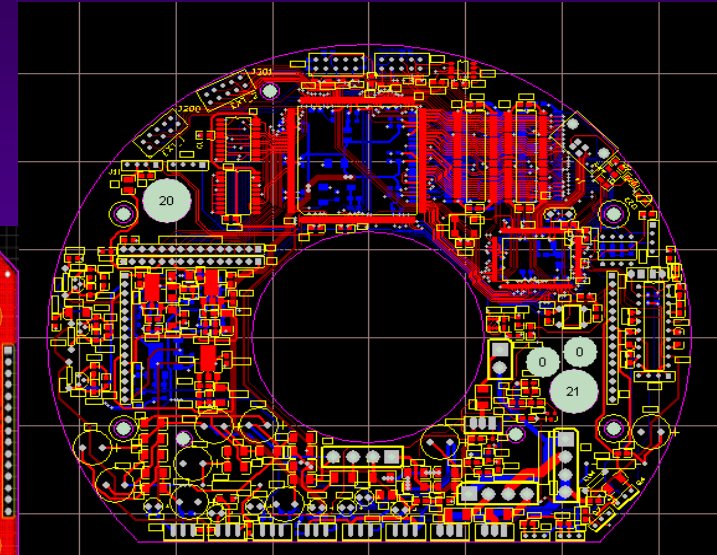
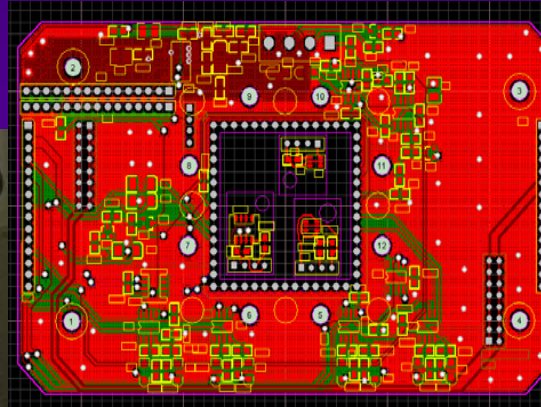


Osiągnięcia „ π of the Sky”

- Skonstruowanie specjalnych kamer CCD
- Stworzenie detektora-robota
- Opracowanie algorytmów wyszukiwania błysków
 - skuteczna redukcja tła (kilka/miesiąc)
- Poszukiwanie optycznych odpowiedników GRB
 - limity dla 6 GRB, w tym 2 w czasie GRB
- Badanie gwiazd kataklizmicznych
 - obserwacje przed odkryciem nowej V5115 Sgr 2005 i nowej karłowatej ASAS 002511+1217.2
 - wykrycie rozbłysku gwiazdy CN Leo
- 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 9 miesięcy pracy:

- ~10 nocy przestoju z powodu awarii
+ ~20 nocy przestoju z powodu pogody
- > 200 nocy pracy, 800 000 zdjęć nieba,
10¹⁰ pomiarów fotometrycznych

Algorytmy rozpoznawania błysków

Rozwiązania inspirowane eksperymentami fizyki cząstek

- koincydencja 2 kamer
- wielostopniowy system selekcji („tryger”)

Pierwsza udana próba redukcji tła (kilka błysków / miesiąc)

Dotychczasowe eksperymenty nie poradziły sobie z nadmiarem błysków od promieni kosmicznych, samolotów, satelitów, itp.

„ π of the Sky” zaobserwował ~50 błysków o długości < 10 s

Nie można wykluczyć, że to refleksy satelitarne

Zaobserwowano 3 błyski > 10 s nieznanego pochodzenia:

21.2.2004 w czasie testów w Polsce
w miejscu galaktyki LEDA 11485

31.03.2005 i 4.4.2005
na Las Campanas



„ π of the Sky”: obserwacje GRB

51 GRB wykrytych przez satelity od 1.7.2004, z tego:

2 - aparatura wyłączona lub chmury

9 - nieosiągalny (północna półkula)

26 - w ciągu dnia

12 - poza polem widzenia, dla 4 z nich limity

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

GRB 041217, $>11.5^m$ dla $t > t_0 + 30\text{min}$ (publ. GCN 2862)

GRB 050123, $>12^m$ dla $t < t_0 - 108\text{min}$ (publ. GCN 2970)

GRB 050123, $>11^m$ dla $t < t_0 - 33\text{min}$ (publ. GCN 3146)

2 - w polu widzenia GRB 040825A (publikacja GCN 2677)

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

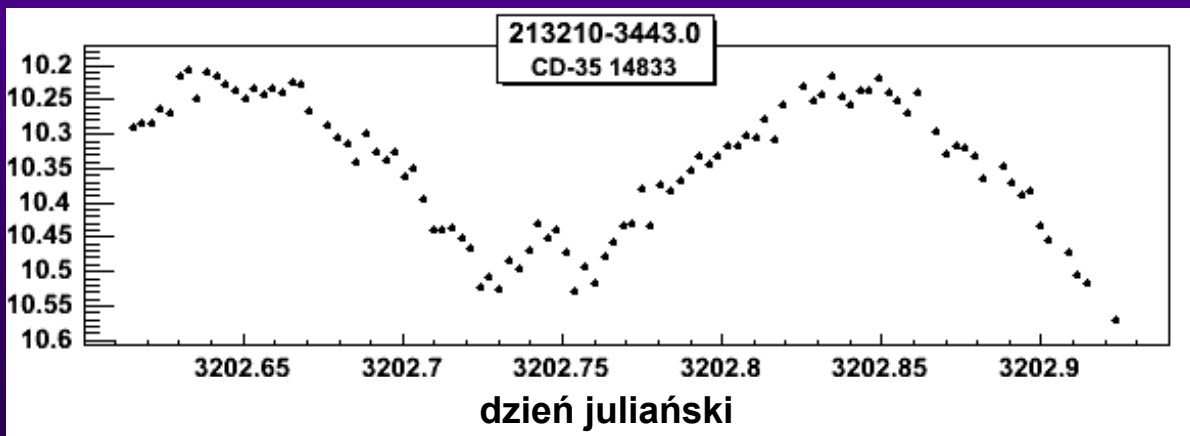
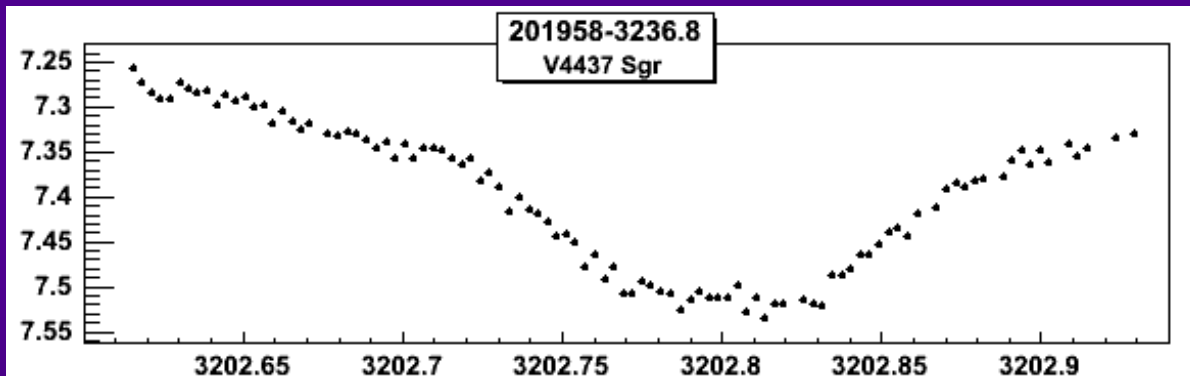
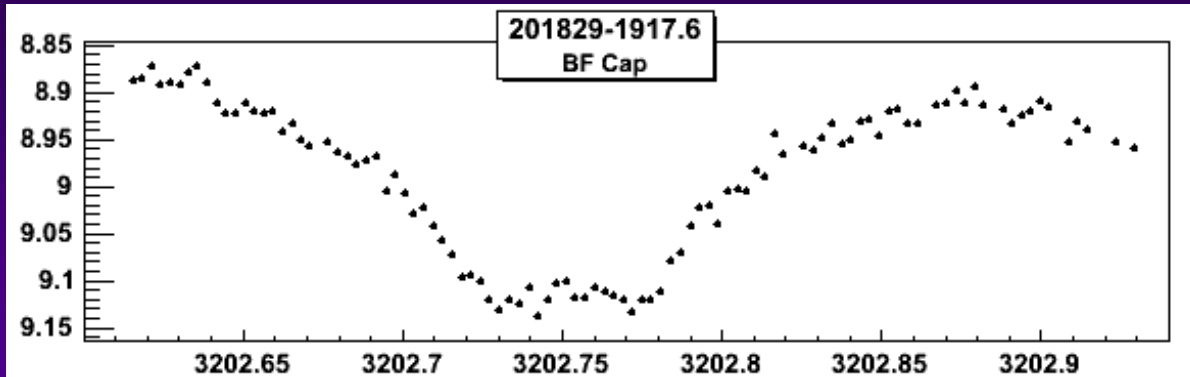
$>12^m$ dla $t = t_0$

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

← pierwszy limit przed
i w czasie trwania GRB

GRB 040412 (GCN 3240) $>11.5^m / >11^m / >11.5^m$

Obserwacje gwiazd okresowych



Przykład krzywych blasku z jednej nocy:

BF Cap i
V4437 Sgr

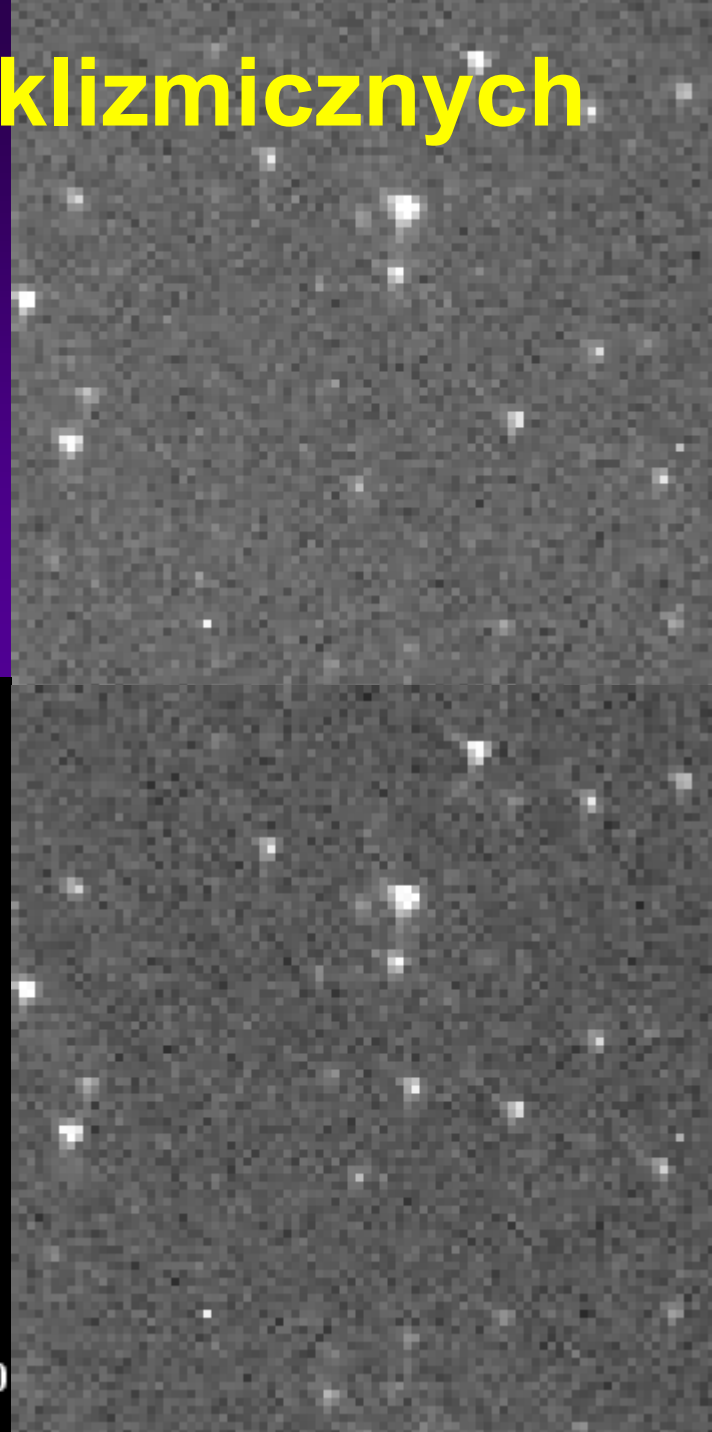
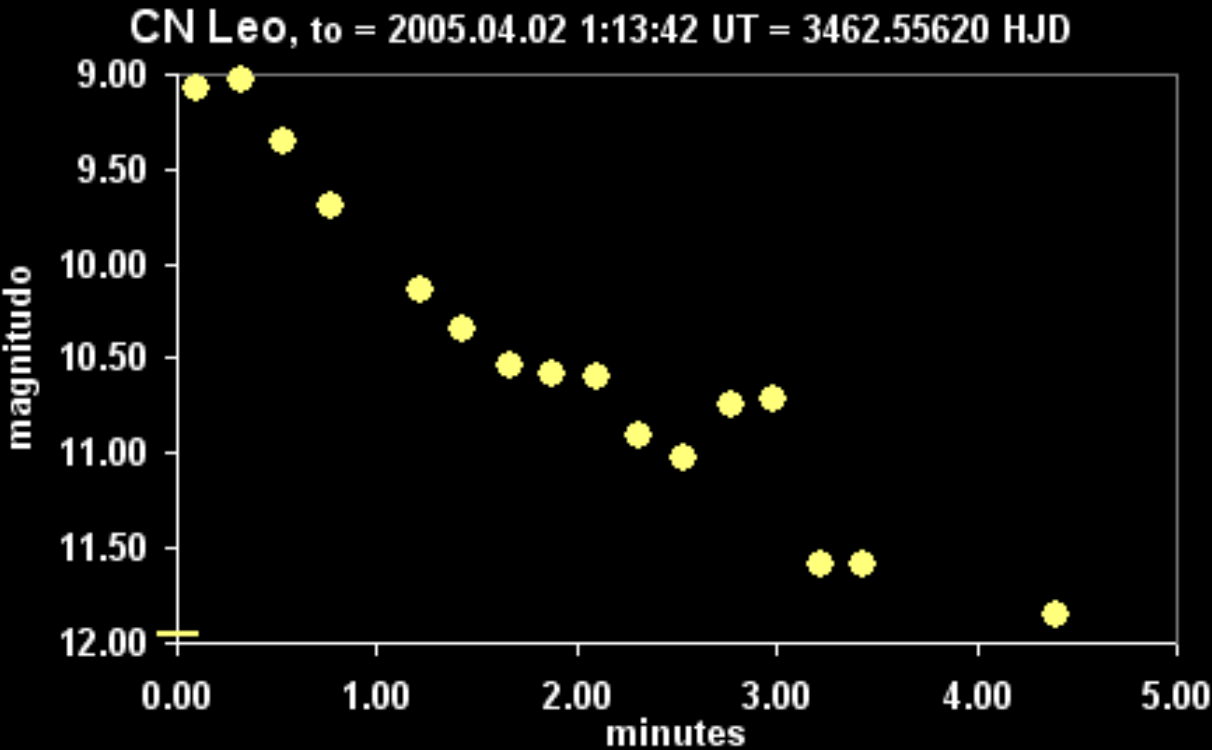
to znane zmienne zaćmieniowe typu β Lyrae

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

Obserwacje gwiazd kataklizmicznych

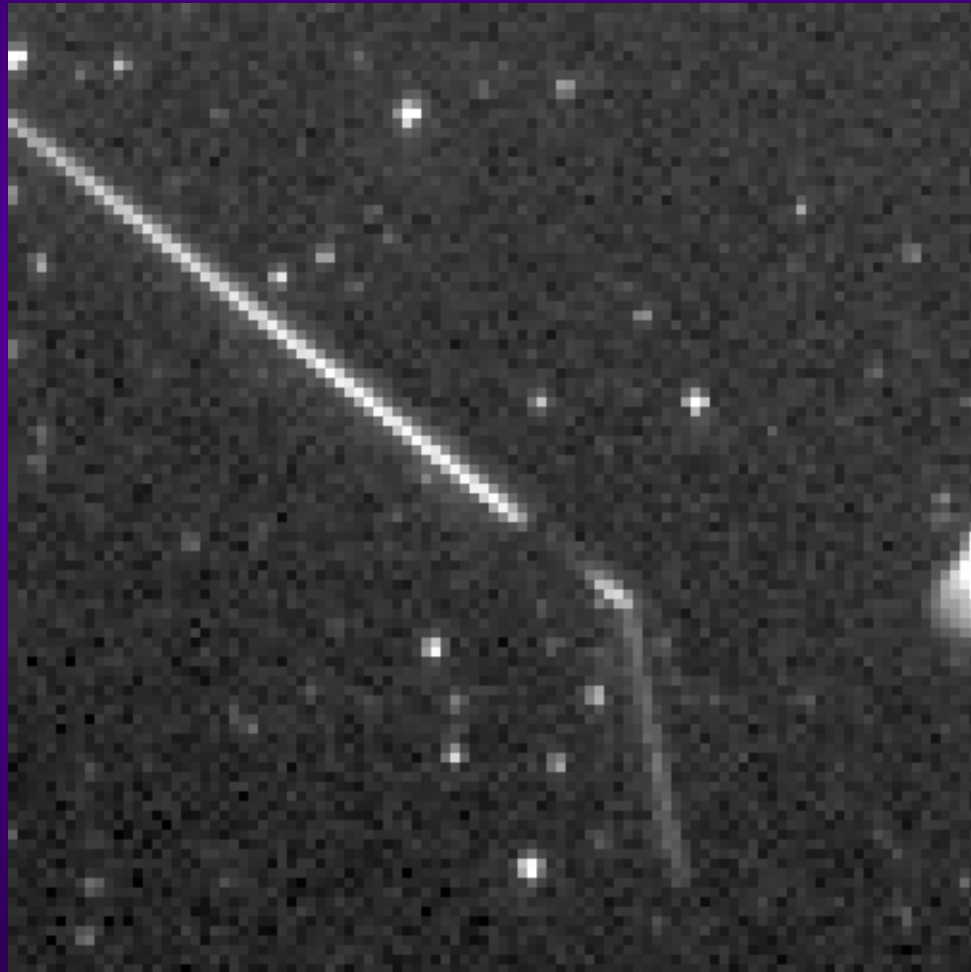
Obserwacje przed odkryciem
nowa karłowata ASAS 002511+1217.2
i nowa V5115 Sgr 2005

Obserwacja wybuchu gwiazdy
rozblyskowej CN Leo
w ciągu 10s pojaśniała 100x



„ π of the Sky”: obserwacje meteorów

Wybuch bolidu zarejestrowany 2.12.2004



Publikacje „ π of the Sky” 2004/5

Pi of the Sky - all-sky, real-time search for fast optical transients (reviewd paper)
[New Astronomy, Volume 10, Issue 5, April 2005, Pages 409-416, 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>

Perspektywy „ π of the Sky”

Dotychczasowe finansowanie: grant badawczy KBN, grant interwencyjny FNP, umowa z FAP, pobyt w LCO pokryło Princeton Univ. (prof. Paczyński)

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

Przyznany grant inwestycyjny KBN na budowę 2×16 kamer pokrywających całe niebo (Wyspy Kanaryjskie)

Złożony wniosek inwestycyjny do MNil na wyposażenie Laboratorium Aparatury Astro-fizycznej

Złożone 3 wnioski o granty badawcze KBN:

- kontynuacja „ π of the Sky” w LCO
- koincydencja „ π of the Sky” z łódzkim MAZE (promienie kosmiczne)
- prototyp kamery i optyki o większym zasięgu

Złożony „*Expression of Intent*” projektu obserwacji na Grenlandii i Antarktydzie w Międzynarodowym Roku Polarnym 2007

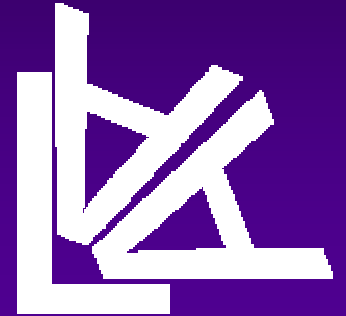
Przygotowujemy grant międzynarodowy z Astrophysikalisches Institut Potsdam i Copenhagen University Obs. na budowę $O(100)$ kamer o większym zasięgu

Laboratorium Aparatury Astro-fizycznej

Laboratory for Astro-particle Apparatus

- **Cel**

- opracowywanie i budowa unikalnej aparatury badawczej na potrzeby IPJ i zamówienia zewnętrzne



- **Motywacja**

- rozwój projektu „ π of the Sky”
- odpowiedź na postulaty m.in. P6 wzmocnienia zaplecza budowy detektorów i elektroniki w IPJ
- sięgnięcie po fundusze MNil na nowe inicjatywy

- **Realizacja**

- współpraca międzyzakładowa (P6, P3, ZdAJ, ...)
- tworzenie zespołów do konkretnych zadań

Laboratorium Aparatury Astrofizycznej

Nowy trend w astronomii: „all sky surveys”

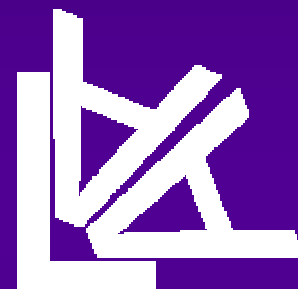
- gwiazdy zmienne, supernowe, błyski gamma
- planety pozasłoneczne
- asteroidy zagrażające Ziemi

Bariery:

- wysoki koszt aparatury
- konieczność automatyzacji pomiarów
- olbrzymie strumienie danych

Szansa dla IPJ:

- dla nas to nie nowość!
- wykorzystajmy doświadczenia z fizyki cząstek



Laboratorium Aparatury Astrofizycznej

Zainteresowanie zamówieniem aparatury wyraziły:

- o **Fundacja Astronomii Polskiej**
- o **eksperyment All Sky Automatic Survey (ASAS) zainstalowany w Chile**
- o **Princeton University, USA**
- o **Centrum Astronomii Mikołaja Kopernika
(aparatura dla South Africa Astronomical Observatory)**
- o **Astrophysikalisches Institut Potsdam, Niemcy**
- o **Centrum Nauki „Kopernik”**
- o **Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Adama Mickiewicza
w Poznaniu**
- o **Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego**
- o **Obserwatorium Naukowo-Dydaktyczne Wydziału Fizyki UW
(projekt w przygotowaniu)**