



# Jak zbudować szkolny radioteleskop?

Mirosław Trociuk

Michał Tychoniewicz

Rafał Baj

Adrian Karwatiuk

II Liceum Ogólnokształcące we Włodawie

---

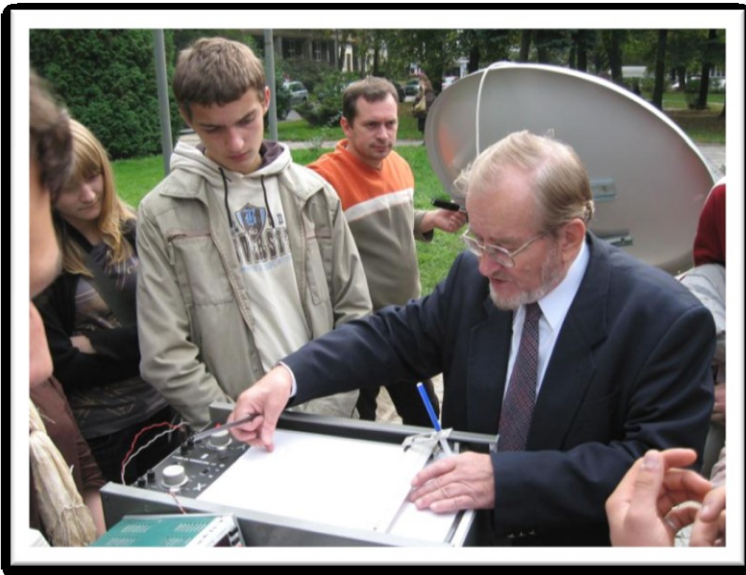
Włodawa, 2009

# Początki...



25 września 2007 r. w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie odbywały się **48. Pokazy z Fizyki**, podczas których zaprezentowany został radioteleskop służący do amatorskich obserwacji radiowych Słońca zbudowany przez prof. Longina Gładyszewskiego.

Uczniowie, obecni wówczas na pokazach, zafascynowani tym urządzeniem oraz badaniami prowadzonymi w Lublinie, postanowili skonstruować własny radioteleskop w warunkach szkolnych.



# Szkolny radioteleskop słoneczny Profesora Gładyszewskiego

<http://www.zfo.umcs.lublin.pl/php1/rt3.pdf>

## SZKOLNY RADIOTELESKOP SŁONECZNY

Longin Gładyszewski  
Instytut Fizyki UMCS w Lublinie

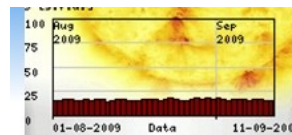
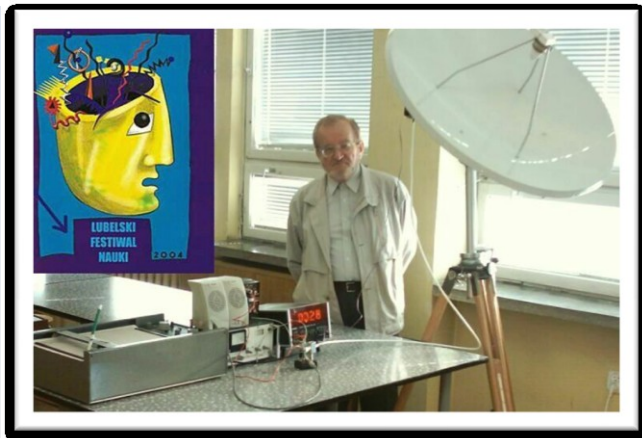
W roku 2004, z okazji Lubelskiego Festiwalu Nauki skonstruowano model radioteleskopu, pracujący na fali ok. 3 cm i zbudowany w oparciu o elementy anteny i odbiornika satelitarne.

Kupiliśmy **z zwierciadło paraboloidalne** o średnicy 90 cm, a w jego ognisku umieściliśmy przedwzmacniacz, zwany w technice satelitarnej **konwerterem**.

W konwerterze następuje znana radioamatorom przemiana sygnału na sygnał o częstotliwości ok. 1 GHz. W sklepach sprzedających odbiorniki satelitarne można kupić „**wykrywacz satelitów**”. Faktycznie jest to dość czuły wzmacniacz szerokopasmowy, zakończony woltomierzem wskazującym poziom odbieranego sygnału z satelity.

Z tego woltomierza wyprowadziliśmy wyprostowany i uśredniony sygnał do woltomierza cyfrowego i rejestratora.

Aby można było zrezygnować z kosztownego tzw. tunera, zastosowaliśmy bardzo prosty sposób zasilania konwertera i wykrywacza za pomocą zasilacza 14 V poprzez konieczny dławik, uniemożliwiający „ucieczkę” sygnału z satelity lub ze Słońca do zasilacza. Widać to dokładnie na załączonym schemacie



### Nowości na stronie

### Badania

### Popularyzacja fizyki i astronomii

### Publikacje

### Pracownicy (!)

### Seminaria

### Do pobrania

### Galeria

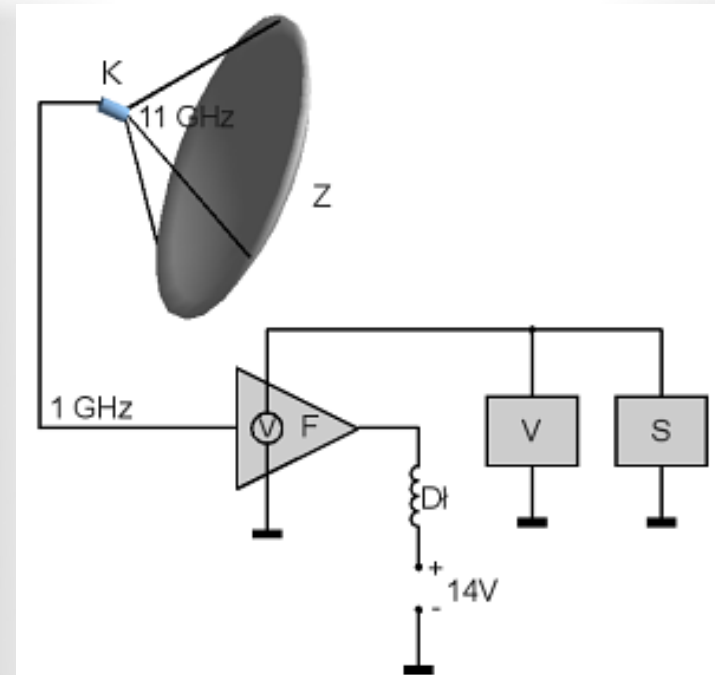
### Mapa witryny

Instytut Fizyki

UMCS



## Zakład Fizyki Ogólnej i Dydaktyki Fizyki καθηγηρα Λιτλακι Οδοιουελ και Πλασκακλι Λιτλακι



K: konwerter, Z: zwierciadło, Dł: dławik, F: wykrywacz satelitarne, V: woltomierz cyfrowy lub komputer z kartą analogowo-cyfrową, S: samopis

# „Teczka Gładyszewskiego”



Station de Radioastronomie - 18330 Nancy

Observations radioastronomiques  
au moyen d'une antenne pour  
la TV satellite

B. Darchy

Juillet 1997



Station de Radioastronomie de Nancy

Radioteleskop dla amatorów astronomii i dla szkół  
Longin Gładyszewski, Instytut Fizyki UMCS w Lublinie

## INTERFEROMETR DO ODBIORU I REJESTRACJI PROMIENIOWANIA RADIOWEGO SŁOŃCA NA CZĘSTOŚCI 220 MHz

*Longin Gładyszewski*

W roku 1980 w Instytucie Fizyki skonstruowano do celów dydaktycznych oraz popularyzacji radioastronomii radioteleskop interferencyjny przeznaczony do odbioru słonecznych fal radiowych. Anteny to dwie tzw. „długie Yagi” o 11 elementach, rozstawione w linii: wschód-zachód, dipole i direktory poziome, anteny nieruchome. Częstość odbioru:

Radioteleskop dla amatorów astronomii i dla szkół  
Longin Gładyszewski, Instytut Fizyki UMCS w Lublinie

W Instytucie Fizyki, od roku 1980 działa radioteleskop, pracujący w systemie dwuantenowego radiointerferometru. Odbieramy i mierzymy codziennie promieniowanie radiowe Słońca na częstotliwości 220 MHz. Od roku 1985 prowadzimy systematyczne, dokładne pomiary a zebrane dane to bogata statystyka radiowej emisji Słońca, obejmująca 20 lat ciągłych pomiarów.

W roku 2004, z okazji Lubelskiego Festiwalu Nauki skonstruowaliśmy model radioteleskopu, pracujący na fali ok. 3 cm i zbudowany w oparciu o elementy anteny i odbiornika satelitarnego.

radioteleskopu

# Odrobinę teorii

Wg Encyklopedii PWN,

**radioastronomia** [łac.-gr.], dział astronomii — dziedzina współczesnych badań astrofizycznych zajmująca się odbiorem i analizą promieniowania radiowego ciał niebieskich.

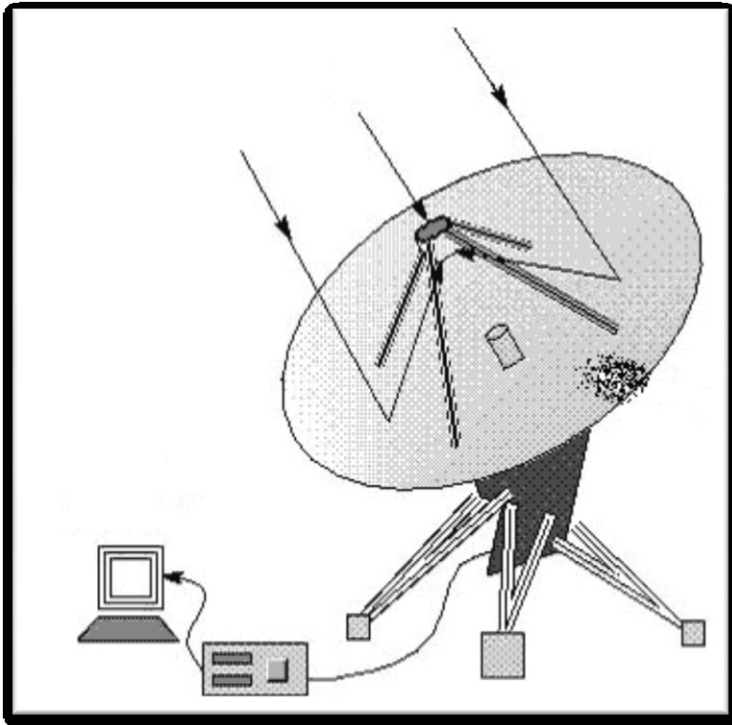
**radioteleskop** [łac.-gr.], teleskop radiowy, instrument astronomiczny do odbioru i analizy promieniowania radiowego emitowanego przez ciała niebieskie.

## Budowa radioteleskopu

- antena,
- odbiornik,
- rejestrator.

Zadaniem **anteny** jest wydzielanie na jej wyjściu energii otrzymanej z promieniowania przychodzącego z określonego kierunku.

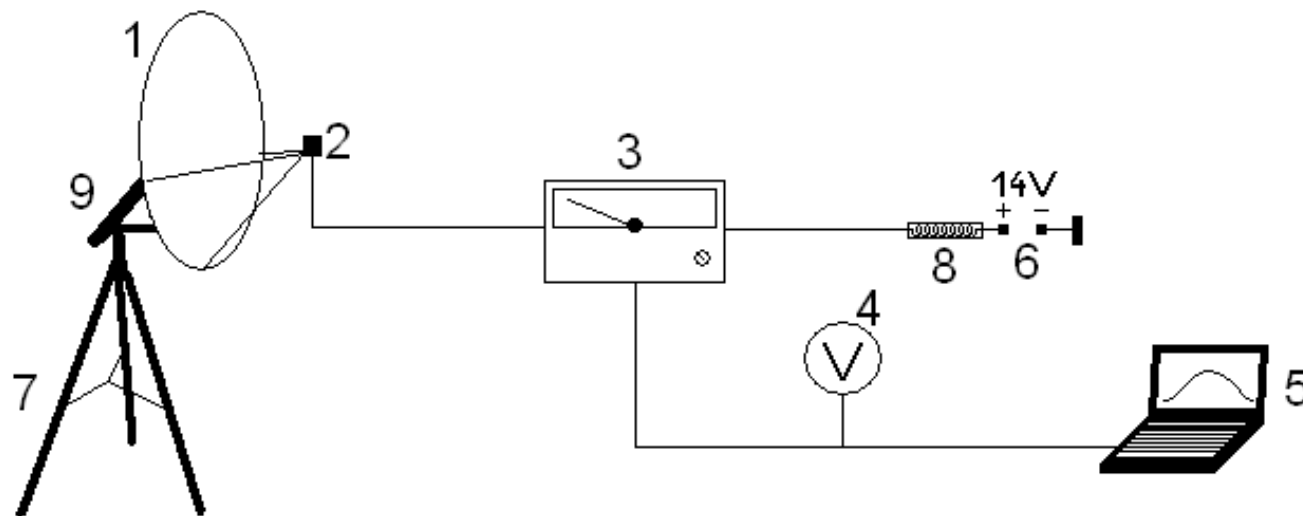
**Odbiornik** zbiera z czaszy anteny promieniowanie radiowe, które następnie przetwarza na wiązkę elektryczną, po czym wiązka trafia do **rejestratora**.



# Radioteleskop za 400 zł !

Nasz radioteleskop za ok. 400 zł. zbudowany jest z elementów wykorzystywanych do składania zestawów telewizji satelitarnej. Wszystkie elementy są obecnie stosunkowo łatwo dostępne.

W stosunku do lat poprzednich, ceny sprzętu satelitarnego gwałtownie się obniżyły, co dało możliwość zakupu urządzeń pozwalających skonstruować **amatorski radioteleskop w warunkach szkolnych** oraz prowadzenia obserwacji.



- 1 – zwierciadło,
- 2 - konwerter,
- 3- wykrywacz satelitów,
- 4-5 - woltomierz cyfrowy lub komputer,
- 6 – zasilacz,
- 7 – statyw,
- 8 – dławik,
- 9 – uchwyt do zamocowania anteny.

# Zwierciadło

**Antena satelitarna offsetowa** (średnica 120 cm) została pozyskana z demobilu, a następnie przeszła gruntowną renowację polegającą m.in. na:

- wypełnieniu niedoborów powstałych w wskutek promieniowania słonecznego szpachlą samochodową,
- szlifowaniu nadwyżki szpachli za pomocą papieru ściernego do gładzi gipsowych o granulacji 60-100,
- pomalowaniu podkładem metalicznym, a następnie nałożeniu 3 warstw farby "Autorenlak" pistoletem natryskowym,
- wypolerowaniu.



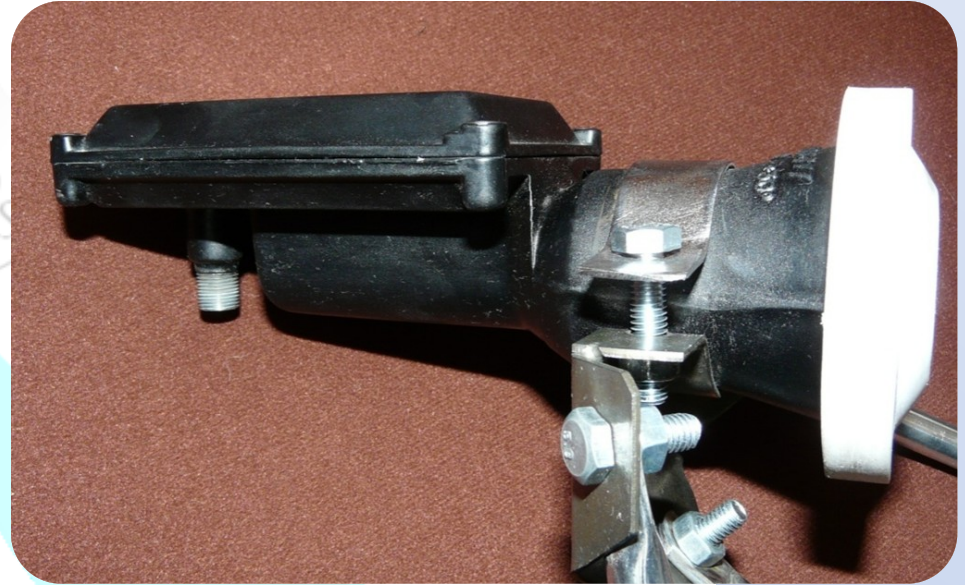
Czasza anteny satelitarnej po renowacji

# Konwerter

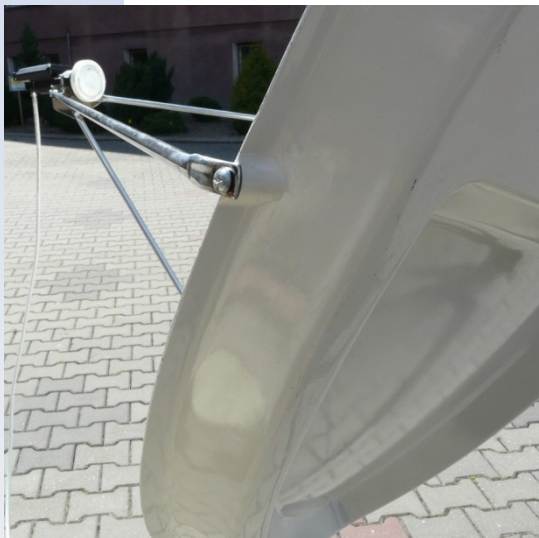
**Konwerter** – pełni rolę przedwzmacniacza.

Zastosowano model:  
„Enhanced” LNB 9,75 GHz.

Pozyskano za niewielkie pieniądze w zakładzie naprawy sprzętu RTV.



Konwerter



Zwierciadło z zamontowanym konwerterem



# „Satellite Finder”

**Satellite Finder** (wykrywacz satelitów) – model SF-95 (**koniecznie ten model**).

Jest to dość czuły wzmacniacz szerokopasmowy, zakończony woltomierzem wskazującym poziom odbieranego sygnału z satelity.

Wykrywacz satelitów został zakupiony w sklepie internetowym za cenę 23 zł.



Wykrywacz satelitów – panel przedni.



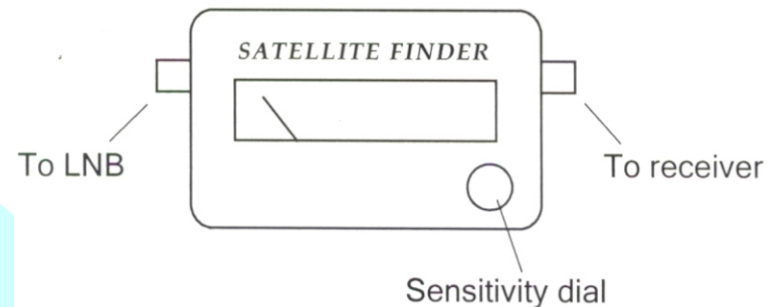
Wykrywacz satelitów – tylna ścianka

# „Satellite Finder” - podłączenie

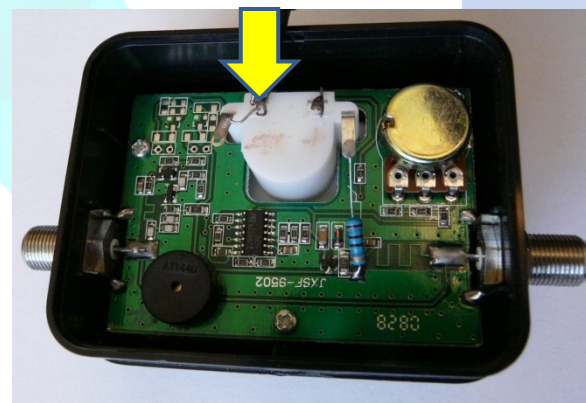
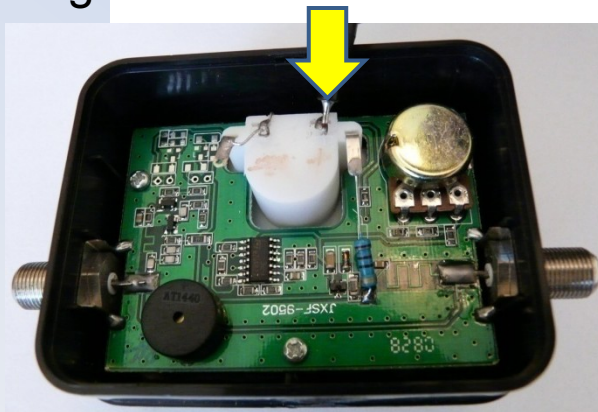
„**Wykrywacz satelitów**” posiada dwa gniazda:

- z lewej strony (TO LNB) - podłączone do konwertera,
- z prawej (TO REC) - podłączone do zasilacza prądu stałego.

Z woltomierza „**wykrywacza satelitów**” wyprowadziliśmy wyprostowany i uśredniony sygnał do woltomierza cyfrowego.



Wykrywacz satelitów – oznaczenia gniazd



Wykrywacz satelitów [„Satellite Finder”] – miejsca wyprowadzenia napięcia

# Woltomierz cyfrowy

**Woltomierz LCD panelowy 200 mV.**  
Obrazowanie wyników na wyświetlaczu LCD 3,5 cyfry. Podstawowy zakres pomiarowy (+/- 200 mV) może być łatwo zmieniony. Niski pobór prądu pozwala wykorzystać woltomierz w sprężenie przenośnym.

Zamiast woltomierza z powodzeniem można zastosować miernik uniwersalny o odpowiednich parametrach.



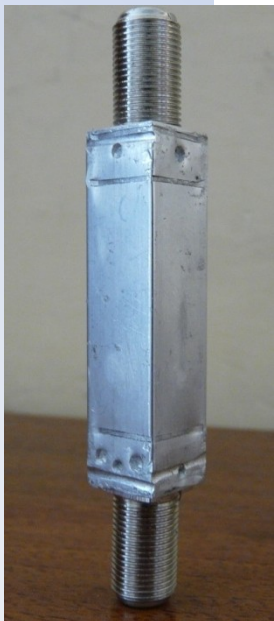
Woltomierz cyfrowy



Miernik uniwersalny

# Stabilizowany zasilacz prądu stałego i dławik

**Zasilacz prądu stałego 14 V** własnej konstrukcji podłączony jest poprzez „**dławik**” do wejście REC „wykrywacza satelitów”.



Dławik



Stabilizowany zasilacz prądu stałego

**Dławik** uniemożliwia „ucieczkę” sygnału z satelity lub ze Słońca do zasilacza (został wykonany samodzielnie).

W tym celu zdemontowano wzmacniacz antenowy WZ22, usuwając „elektronikę”, zamocowano zwojnicę zawierającą 13 zwojów drutu miedzianego o średnicy 0,5 mm nawiniętego wcześniej na wykałaczkę.

# Kable i końcówki antenowe

***Kable*** poddano  
obróbce, mocując  
***końcówki antenowe***.



Końcówka antenowa



# Układ podtrzymujący zwierciadło radioteleskopu

**Statyw** własnej konstrukcji zespawano z kształtowników 25x25 mm, po czym zamocowano wysuwane nogi, które kontruje się za pomocą śrub motylkowych, połączone łańcuszkiem, uniemożliwiającym głębszy rozstaw.

Zastosowano 1,5 calową rurę do połączenia uchwytu ze statywem, całość pomalowano szarą farbą.



Statyw zwierciadła radioteleskopu

# Układ podtrzymujący zwierciadło radioteleskopu

**Uchwyt** do zamocowania zwierciadła (pochodzi z oryginalnego zestawu satelitarne). Dokonano gruntownej renowacji, polegającej na:

- oczyszczeniu z rdzy,
- pokryciu czarną farbą,
- zastąpieniu zużytych śrub nowymi.



Uchwyt mocujący zwierciadło

Dokonano również kilka poprawek:

- zastosowano śruby kontruujące,
- w celu szybkiego montażu i demontażu uchwytu zastosowano śruby motylkowe,
- zamontowano liczne regulacje pozwalające zmieniać kąt nachylenia zwierciadła.



Kompletny układ podtrzymujący

# Pokrowce

**Pokrowce** zostały uszyte samodzielnie.

W tym celu:

- wykorzystano odporny na uszkodzenia materiał,
- pokrowiec na czaszę anteny posiada szelki i sznurki zaciskowe,
- pokrowiec na statyw posiada pasek ułatwiający swobodne przenoszenie.

**Torba** na pozostały sprzęt została zakupiona (koszt 30 zł).



Radioteleskop po spakowaniu





# Końcowy efekt...



Radioteleskop gotowy do transportu



Przygotowania do obserwacji...

# Obserwacje emisji radiowej Słońca

Pierwsze próby wykorzystania naszego radioteleskopu dotyczyły obserwacji emisji radiowej Słońca.

Wykonaliśmy serię pomiarów polegających na zarejestrowaniu tzw. *krzywej przejścia Słońca* przez pole widzenia anteny.

Zastosowaliśmy metodę optycznego nakierowania anteny na Słońce. We właściwym nastawieniu anteny na Słońce pomogło nam gładkie zwierciadło czaszy, które poza promieniowaniem radiowym odbija także promienie świetlne w stronę ogniska anteny



Obserwacje

# Kalibracja radioteleskopu

Na początku lub na końcu obserwacji konieczne jest wycechowanie radioteleskopu kierując każdorazowo zwierciadło w kierunku ziemi (gruntu). Odczytujemy wskazania woltomierza przypisując tym wskazaniom temperaturę 300 K.



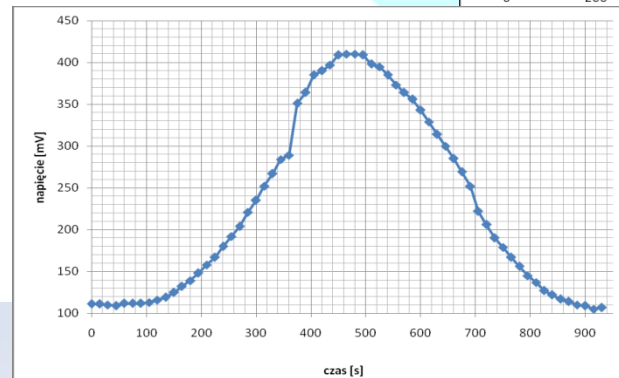
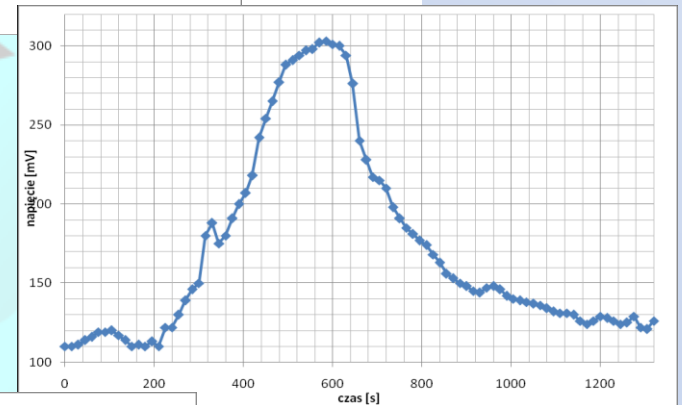
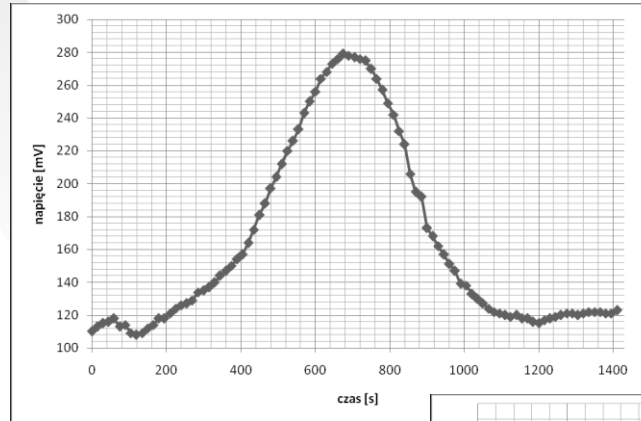
$\Omega_s$

# „Krzywe przejścia”

Pomiary prowadziliśmy dla różnych czułości wzmacniacza („wykrywacza satelitów”).

Wykresy obok przedstawiają otrzymane krzywe przejść Słońca przez pole widzenia anteny dla różnych czułości wzmacniacza.

Na osi poziomej odłożono czas pomiaru w sekundach, zaś na osi pionowej intensywność sygnału w miliwoltach.



# Temperatura Słońca

Nasz radioteleskop okazuje się być zupełnie przyzwoitym termometrem do pomiaru tzw. *temperatury jasnościowej Słońca*.

W tym celu wystarczy porównać wskazania woltomierza przy 300 K z wysokością maksimum przejścia Słońca i po wprowadzeniu poprawek na kąt bryłowy Słońca i kąt anteny skorzystać z zależności:

$$T_S = T_{rejst} \frac{\Omega_{ant}}{\Omega_S}$$

gdzie:  $\Omega_{ant}$  - poprawka na kąt bryłowy anteny;  $\Omega_S = 0,5^\circ$ .

Dodatkowo warto pamiętać o efektywnej powierzchni zwierciadła, bardzo zależnej od skuteczności ogniskowania fal radiowych na konwerterze, czyli od precyzyjnego ustawienia konwertera.

# Zamiast podsumowania

1. Uczniowie klasy drugiej z II LO we Włodawie, w kilka miesięcy, przy niewielkich nakładach finansowych, samodzielnie, zbudowali amatorski radioteleskop służący do odbioru i rejestracji promieniowania radiowego Słońca.
2. Zbudowany instrument umożliwia nie tylko jakościowe demonstrowanie faktu, że Słońce emituje fale radiowe, ale zaopatrzony w człon pomiaru natężenia tego promieniowania pozwala na pomiar tzw. *temperatury jasnościowej* Słońca na częstotliwości 11 GHz.
3. Radioteleskop posiada walory zarówno pomocy dydaktycznej jak i – przy systematycznych obserwacjach – przyrządu o walorach naukowych.
4. Sposób korzystania z radioteleskopu, analizowania danych i uzyskiwania informacji naukowych jest stosunkowo dość prosty.
5. Nie tylko ułatwia, ale wręcz umożliwia praktyczne wprowadzenie radioastronomii w szkołach, gdyż uczniowie i nauczyciele mogą dokonywać obserwacji w czasie zajęć lekcyjnych.
6. Nie bez znaczenia dla samych autorów jest też fakt, że projekt powstał w roku 2009, czyli **Międzynarodowym Roku Astronomii**, przez co doskonale wpisuje się w ogólnoswiatowe obchody, których hasłem przewodnim jest zdanie: *Odkryj Wszechświat dla siebie!*



# Bibliografia

1. B. Darchy – „Observations radioastronomiques au moyen d’une antenne pour la TV satellite”, Observatoire de Paris Juliet 1997.
2. Longin Gładyszewski – „Radioteleskopy dla amatorów astronomii i dla szkół”, Instytut Fizyki UMCS w Lublinie.
3. Longin Gładyszewski – „Interferometr do odbioru i rejestracji promieniowania radiowego Słońca na częstotliwości 220 MHz”.
4. Eugeniusz Rybka - "Astronomia Ogólna", PWN, Warszawa 1983.
5. J. M. Kreiner – „Astronomia z astrofizyką”, PWN, Warszawa 1988.
6. <http://www.zfo.umcs.lublin.pl/php1/main.php3?id=06> - Obserwacje Słońca – UMCS Lublin.
7. <http://www.astro.uni.torun.pl/~kb/Artykuly/Radioamator/Radioastronomia.htm> - Radioastronomia - mgr Kazimierz Borkowski.
8. F.G. Smith: *Radioastronomia*, W-wa 1966.
9. <http://www.oa.uj.edu.pl/slonce/> - Emisja radiowa Słońca na 3 częstotliwościach w zakresie decymetrowym
10. <http://www.if.uj.edu.pl/Foton/99/pdf/04%20radioastronomia.pdf> - Jak rodziła się radioastronomia w Krakowie?
11. <http://www.astro.uni.torun.pl/~kb/HandbRT32/RozdzVII.htm> - Kalibracje — A. Kus, K. Borkowski.
12. [http://www.threehillsobservatory.co.uk/astro/radio\\_astronomy/radio\\_astronomy\\_1.htm](http://www.threehillsobservatory.co.uk/astro/radio_astronomy/radio_astronomy_1.htm) - radio astronomy experiments with a ku band (12ghz) satellite setup.
13. <http://www.radioastronomia.com/radiotelescopioenglis.html> - The Radioastronomy to 3cm 11GHZ.