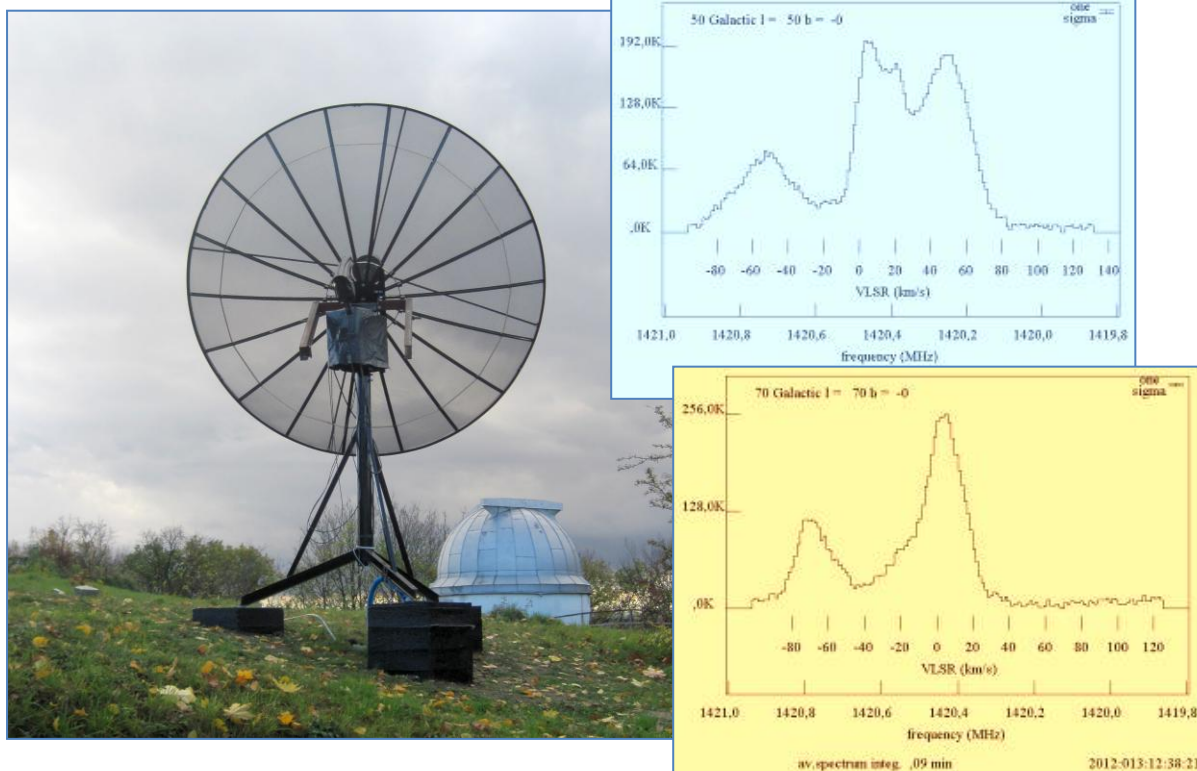




## Obserwacje wodoru neutralnego na fali 21cm za pomocą radioteleskopu EUHOU

Krzysztof Chyży, Obserwatorium Astronomiczne  
Uniwersytetu Jagiellońskiego © 2014  
2.02.2014



Krakowski radioteleskop, część europejskiej sieci radioteleskopów zbudowanej w projekcie EUHOU i uzyskane przykładowe widma obłoków wodoru w Drodze Mlecznej.



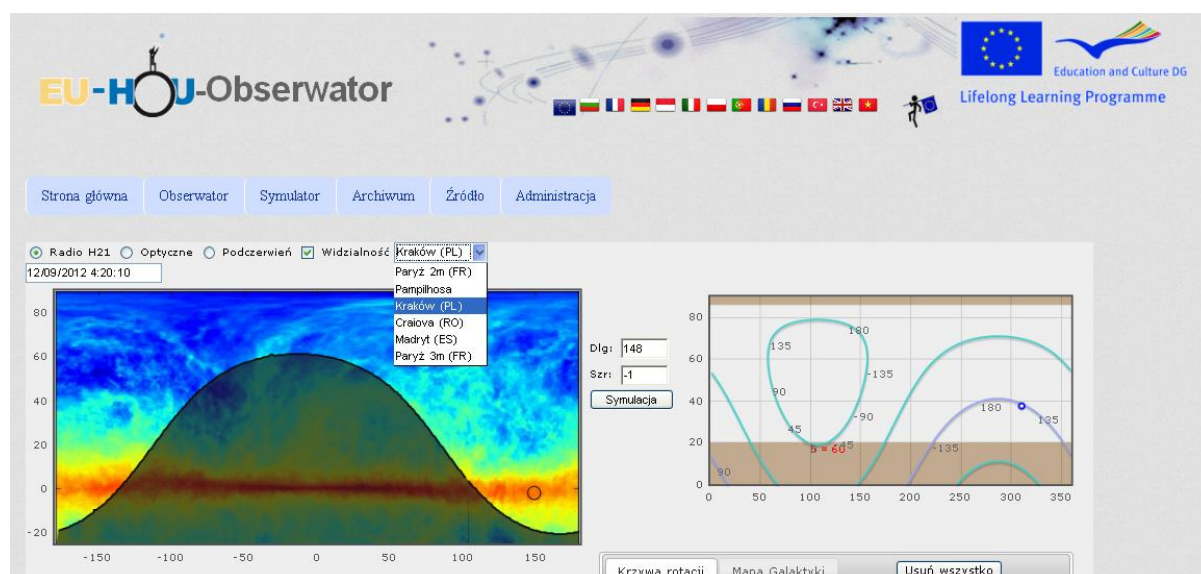
## Rejestracja

1. Na stronie <http://euhou.obspm.fr/public> kliknij „Stwórz konto”.
2. Uzupełnij wymagane dane. Jeśli jesteś współpartnerem projektu zaznacz to w okienku „Motywacje”, kliknij „Stwórz konto”.
3. Dostaniesz e-mail z potwierdzeniem, a po zatwierdzeniu przez administratora następny e-mail informujący o możliwości logowania się do systemu. Oznacza to możliwość przeprowadzania obserwacji jednym z radioteleskopów sieci EUHOU.

## Wybór czasu obserwacji

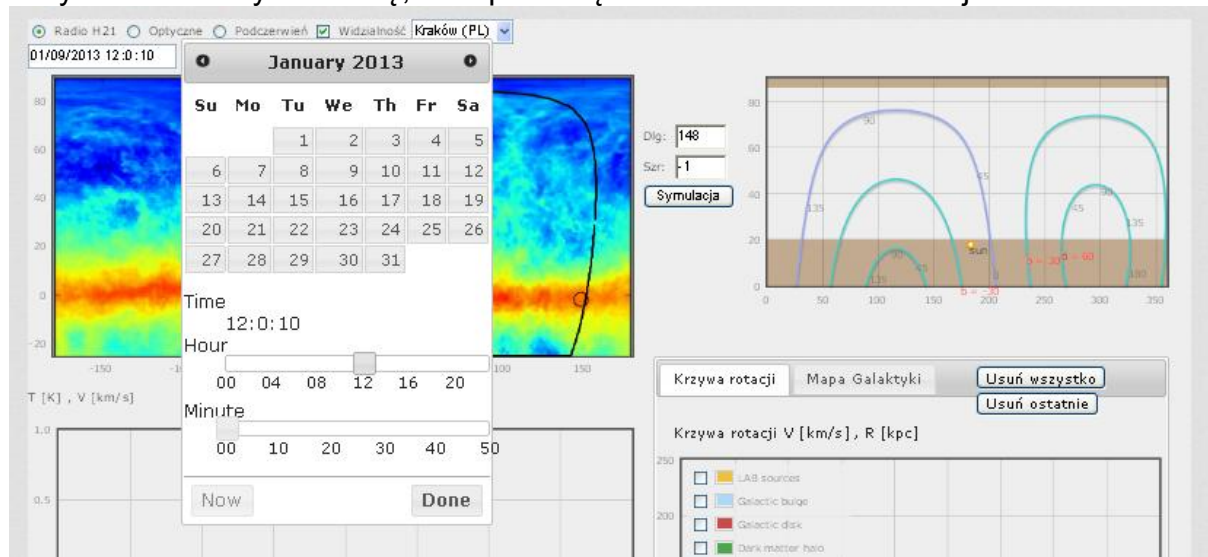
Jeśli chcesz przeprowadzić obserwacje testowe dla zorientowania się jak takie obserwacje wyglądają możesz je zrobić w dowolnej chwili. Przejdź od razu do następnego punktu.

Jeśli chcesz przeprowadzić obserwacje wodoru w Drodze Mlecznej, a w szczególności jeśli chcesz wyznaczyć krzywą rotacji Galaktyki odpowiedni wybór czasu obserwacyjnego jest bardzo ważny. Metoda „stycznego punktu” wymaga bowiem obserwacji Galaktyki w pierwszej ćwiartce długości galaktycznej (od 0 do 90 stopni). Aby sprawdzić kiedy taka część drogi Mlecznej jest widoczna na stronie <http://euhou.obspm.fr/public> z menu u góry ekranu wybierz opcję „Symulator”. Następnie wybierz radioteleskop krakowski (lub inny, na którym chcesz obserwować) z rozwijanego menu (zob. rysunek poniżej).



Po lewej stronie ekranu przedstawiona jest emisja wodoru w linii 21cm we współrzędnych galaktycznych. Silny pas emisji (czerwonawy kolor) to promieniowanie w pobliżu płaszczyzny (dysku) Galaktyki. Z prawej strony przedstawiona jest widoczność sfery niebieskiej we współrzędnych azymut-wysokość. Płaszczyzna drogi mlecznej w tej projekcji to niebieska krzywa. Na niej zaznaczono punkty co 45 stopni długości galaktycznej. Brązowe pasy oznaczają niedostępne do obserwacji w danej chwili obszary nieba ze względu na konstrukcję radioteleskopu.

Kliknij w białe pole z datą i czasem (**strefowym, lokalnym**). Otworzy się okno, w którym możesz wybrać datę, a za pomocą suwaków czas obserwacji.



Zmieniając datę i czas obserwacji obserwuj zmieniającą się widoczność Drogi Mlecznej, np. w przedziale długości od około 0 do 90 stopni. W oparciu o tą symulację widoczności wybierz dogodny dla siebie czas obserwacji.

## Rezerwacja czasu

- Po zalogowaniu do sieci radioteleskopów, ze strony głównej wybierz z prawej strony przycisk „Rezerwacja”.
- Wybierz radioteleskop z rozwijanego menu i upewnij się czy w czasie kiedy planujesz obserwacje teleskop jest dostępny. Wszystkie rezerwacje zobaczysz jako białe pola w głównym oknie, w centralnej części ekranu. Jeśli radioteleskop krakowski nie jest dostępny wybierz inny z listy:

The screenshot shows the 'EU-HOU-Observator' website. At the top, there are logos for the European Union and the Lifelong Learning Programme. A navigation menu includes 'Strona główna', 'Observator', 'Symulator', 'Archiwum', 'Źródło', and 'Administracja'. Below the menu is a 'Terminarz' (calendar) section. A reservation form is visible with fields for 'Data rezerwacji (UTC)' (2012-10-19 21:00), 'Czas' (1h), and a dropdown menu for observatory location. The dropdown menu is open, showing options: 'Kraków (PL)', 'Paryż 2m (FR)', 'Pampilhosa', 'Kraków (PL)', 'Craiova (RO)', 'Madyrt (ES)', and 'Paryż 3m (FR)'. Below the form is a calendar grid for January 2013, with a reservation for '04h00 - kchyzzy' on Tuesday, January 1st.

3. Kliknij na białe pole z datą i wybierz z kalendarza datę i godzinę rozpoczęcia obserwacji. Moment obserwacji podawany jest w czasie **uniwersalnym UTC** (1h wcześniejszym od czasu zimowego w Polsce i 2h od czasu letniego). Czyli jeśli chcesz rozpocząć obserwację 3 stycznia o 21:00 czasu zimowego w Polsce to ustaw za pomocą dostępnych suwaków godzinę 20:00 tego dnia, jak na zdjęciu poniżej. Datę i godzinę rozpoczęcia można też wpisać ręcznie w polu z datą.

4. Z rozwijanej listy z prawej strony pola daty wybierz czas trwania obserwacji.
5. Naciśnij przycisk „Zarezerwuj” nieco poniżej daty rezerwacji, z lewej strony okna.
6. Upewnij się, czy zarezerwowany czas jest przedstawiony graficznie w odpowiednim miejscu w głównym oknie ekranu.

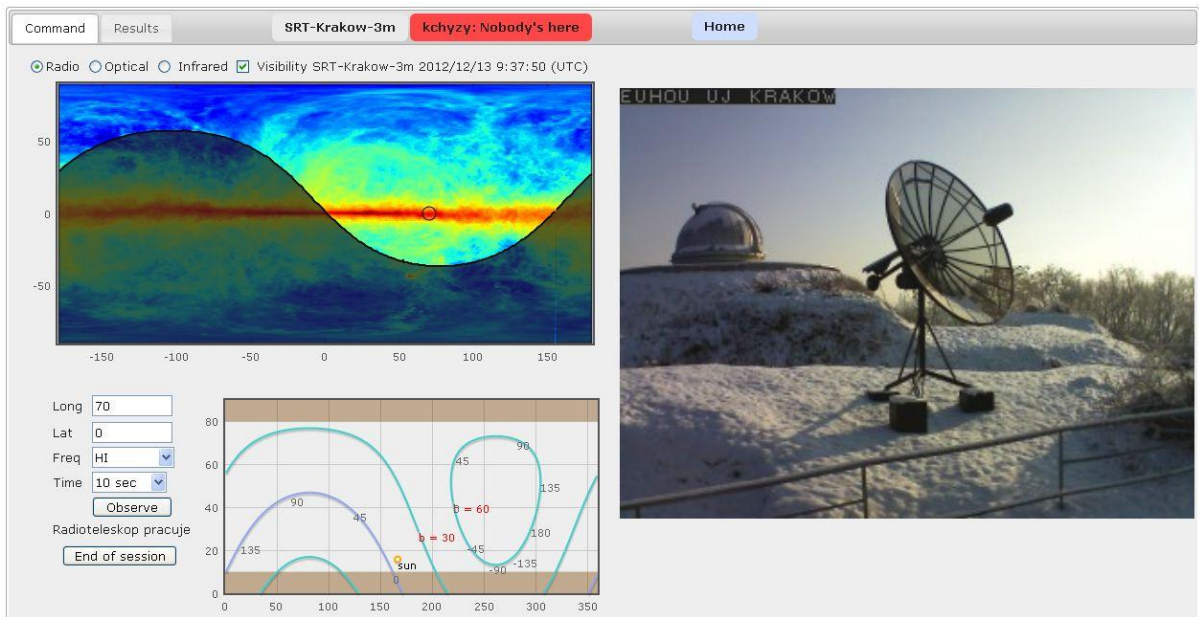
## Obserwacje

Jeśli masz zarezerwowany czas na radioteleskopie to zaloguj się do systemu i ze strony głównej kliknij na zdjęcie radioteleskopu, na którym masz rezerwację. Możesz też przejść na stronę „**Obserwator**” i z niej wybrać odpowiedni radioteleskop.

Z prawej strony ekranu dostępny jest aktualny widok radioteleskopu z kamery internetowej. Widok odświeżany jest automatycznie co ok. 2s. Po lewej stronie ekranu ujrzysz okno przedstawiające emisję wodoru we współrzędnych galaktycznych. Poniżej znajduje się okno widzialności sfery niebieskiej we współrzędnych azymut-wysokość. Okna te są identyczne do tych w „symulatorze”, omawianym poprzednio (patrz „Wybór czasu obserwacji”). Z lewej strony okna umiejscowione są pola do wprowadzania parametrów obserwacji:

- długości galaktycznej wybranego kierunku na niebie,
- szerokości galaktycznej wybranego kierunku na niebie,
- częstotliwości - zostaw „HI” lub przesunij centrum okna spektrometru wybierając np. 1420.2 lub 1420.6 MHz,
- Czas integracji – wybierz dłuższe czasy by uzyskać gładzsze widma.





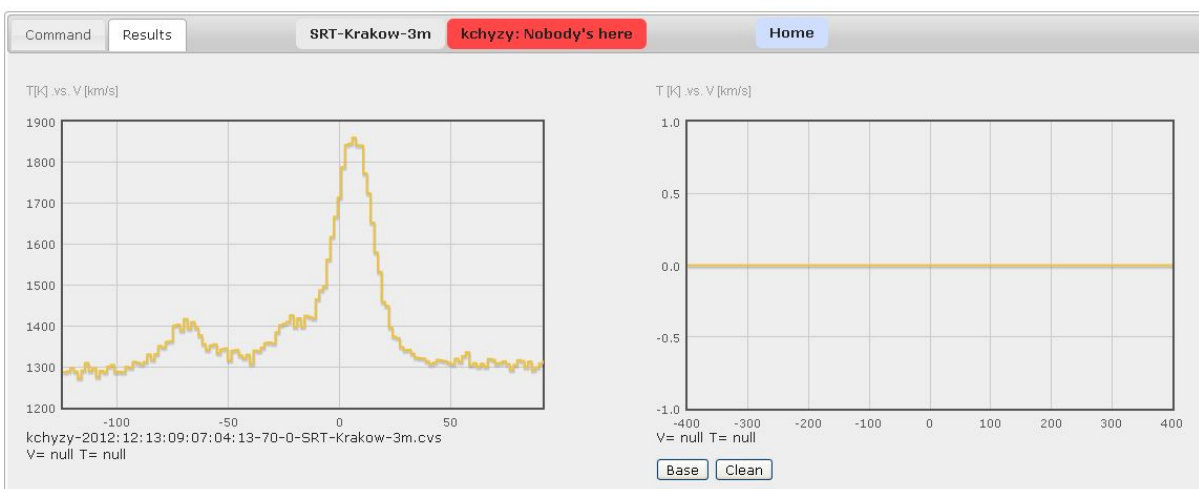
Długość lub szerokość galaktyczną kierunku na niebie, w którym chcesz dokonać obserwacji możesz ustalić na trzy sposoby:

- wpisz wartości współrzędnych w odpowiednie pola z lewej strony ekranu
- kliknij w oknie przedstawiającym emisję wodoru (we współrzędnych galaktycznych)
- kliknij w oknie widoczności (azymut-wysokość)

Wybranie współrzędnych obszaru nieba, który jest w danym momencie niedostępny do obserwacji (niewidoczny, zbyt nisko nad horyzontem lub zbyt blisko zenitu) spowoduje, że pola ze współrzędnymi galaktycznymi podświetlą się na czerwono i przycisk „Obserwuj” będzie niedostępny. Wybierz wtedy inny kierunek obserwacji.

Gdy wybierzesz już miejsce na niebie, w którego kierunku chcesz dokonać obserwacji naciśnij przycisk „Obserwuj”. Poczekaj cierpliwie na zrobienie obserwacji. Podczas przejazdu radioteleskopu obserwuj jego ruch w widoku kamery.

Po zakończeniu zbierania danych pojawi się automatycznie nowe okno wyników „Results”. **Gratulacje! To Twoje obserwacje wodoru neutralnego!**



Po lewej stronie przedstawione jest uzyskane widmo. Możesz przejść do obserwacji

następnych obszarów na niebie przez wybranie przycisku „Command”. Istnieje także możliwość odjęcia „bazy” widma by lepiej je ocenić. Nie wpływa to jednak na automatyczny zapis Twojego widma w archiwum, w którym zapamiętane są wszystkie widma w postaci oryginalnej.

## Zakończenie obserwacji

Jeśli skończył się czas rezerwacji kliknij przycisk „Go to stow position” (pozycja parkowania) na dole okna „Obserwacje”. Jeśli jesteś w oknie „Rezultaty” kliknij w przycisk „Obserwacje”. Następnie wybierz przycisk „Home” by wrócić do głównego okna serwisu.

## Opracowanie danych

Twoje obserwacje oraz obserwacje innych użytkowników zostały automatycznie zapisane w „Archiwum” serwisu. Przejdź do niego z głównego menu. Ukaże się wtedy lista możliwych pól poprzez które możesz wybrać zapisane widma do dalszego opracowania. Dostęp do wszystkich swoich obserwacji osiągniesz przez wpisanie swojej nazwy użytkownika i kliknięciu „Search”. Następnie z lewej strony możesz zaznaczyć dane widmo i kliknąć poniżej przycisk „Plot” by je narysować.

Strona główna   Obserwator   Symulator   **Archiwum**   Źródło   Administracja

id  user  l  b  Data  all

1/30 10

<input type="checkbox"/>	num	user	l	b	radioTeleskop	Data			
<input type="checkbox"/>	2122	kchzyz	-86	70	SRT-Krakow-3m	2012-12-13 09:38:04			
<input type="checkbox"/>	2121	kchzyz	-80	60	SRT-Krakow-3m	2012-12-13 09:35:44			
<input type="checkbox"/>	2120	kchzyz	-60	52	SRT-Krakow-3m	2012-12-13 09:26:47			
<input type="checkbox"/>	2119	kchzyz	-40	52	SRT-Krakow-3m	2012-12-13 09:24:35			
<input type="checkbox"/>	2118	kchzyz	-20	52	SRT-Krakow-3m	2012-12-13 09:21:47			
<input type="checkbox"/>	2117	kchzyz	160	59	SRT-Krakow-3m	2012-12-13 09:14:03			
<input checked="" type="checkbox"/>	2116	kchzyz	70	0	SRT-Krakow-3m	2012-12-13 09:07:04			
<input type="checkbox"/>	2115	kchzyz	70	0	SRT-Krakow-3m	2012-12-13 09:01:53			
<input type="checkbox"/>	2114	kchzyz	-150	30	SRT-Krakow-3m	2012-12-12 22:57:25			
<input type="checkbox"/>	2113	kchzyz	175	0	SRT-Krakow-3m	2012-12-12 22:47:31			

1/30 10

T [K], V [km/s]

105  
100

Dalsza analiza widma może odbywać się jak dla widm z „symulatora”, która opisana jest w materiale „Zrozumienie rotacji Drogi Mlecznej” w rozdziale „Obserwacje radiowe dla określenia krzywej rotacji Galaktyki”.

Inna możliwość to analiza widm w programie SalsaJ, która opisana jest w materiale: „Exploration of the Hydrogen gas detected in the Milky Way with the EU-HOUMW SRT, A SalsaJ tutorial”.

Najbardziej zaawansowany sposób i najbardziej polecany to własne opracowanie widm i uzyskanie np. krzywej rotacji Drogi Mlecznej. Kolejne kroki takiego opracowania to:

- skopiowanie danych z archiwum na swój komputer poprzez kliknięcie przy wybranym widmie w ikonę CSV z prawej strony wiersza z opisem widma. Plik

zawiera 2 kolumny: częstotliwość i wartość sygnału.

- wczytanie widma do programu typu Excel i zamiana "kropki" dziesiętnej na "przecinek" (lub ustawienie w konfiguracji Excela kropki jako separatora liczb dziesiętnych):
- poprzez zastosowanie wzoru na efekt Dopplera przekształcenie częstotliwości w widmie na prędkości radialne obłoków:

$$V_r = \frac{f_0 - f}{f_0} c, \text{ gdzie } c=299790 \text{ km/s, } f_0=1420,406 \text{ MHz}$$

Zobacz przykładowy arkusz [widmo.xls](#).

- wykreślenie widma (zależność sygnału od prędkości) i wyznaczenie prędkości maksymalnej  $V_r$  (odpowiadającą punktowi tangencjalnemu).
- wyznaczenie odległości  $R$  i prędkości  $V$  obłoku w punkcie tangencjalnym ze wzorów podanych w materiale: „Obserwacje radiowe dla określenia krzywej rotacji Galaktyki” tzn.

$$R = R_0 \sin (l)$$

$$V = V_r + V_0 \sin (l)$$

gdzie  $R_0 = 8.5$  kpc,  $V_0 = 220$  km/s. Zobacz przykładowy arkusz [krzywa rotacji.xls](#).

- Zrobienie rysunku zaobserwowanej krzywej rotacji Drogi Mlecznej.

**Gratulacje!** Jeśli krzywa rotacji jest płaska to według astronomów oznaka istnienia ciemnej materii w Galaktyce.

Do wykreślenia krzywej rotacji możesz wziąć więcej punktów obserwacyjnych z obserwacji innych użytkowników serwisu korzystając z archiwum!

Inne możliwości wykorzystania obserwacji znajdziesz na stronach:

<http://www.pl.euhou.net>, <http://www.oa.uj.edu.pl/hou>

Skorzystaj z [FORUM \(http://milkyway.oa.uj.edu.pl/phpbb/\)](http://milkyway.oa.uj.edu.pl/phpbb/) by zgłosić swoje uwagi lub pytania.