

Wyznaczanie krzywej rotacji Galaktyki na podstawie danych z teleskopu RT3

Michał Litwicki, Michalina Grubecka, Ewelina Obrzud,
Tomasz Działa, Maciej Winiarski, Dajana Olech

27 sierpnia 2012

Prowadzący: dr hab. Krzysztof Chyży , mgr Wojciech Jurusik

1 Organizacja pracy i warunki pomiarowe

Dane zostały opracowane w trzech niezależnych dwuosobowych grupach. Każda z grup wykonała zadanie wykorzystując materiały zgromadzone przez teleskop RT3 w dniu 14.08.2012. Pomiar został wykonany z krokiem 2° poczynając od 11° kończąc na 89° długości galaktycznej. Zdolność rozdzielcza teleskopu przy długości fali 21 cm wynosi 5° , dlatego każda z grup badała widma z krokiem 6° zaczynając innej długości początkowej.

1.1 Podział na grupy z wartością początkową długości galaktycznej

1. 11°

- Olech Dajana
- Winiarski Maciej

2. 13°

- Grubecka Michalina
- Obrzud Ewelina

3. 15°

- Działa Tomasz
- Litwicki Michał

2 Metody opracowania danych

2.1 Wstęp

Otrzymano wyniki obserwacji w postaci pliku tekstowego zawierającego uśrednione widma w paśmie o częstotliwości 1420 Mhz czyli w paśmie zawierającym przesunięte linie wodoru neutralnego H1. Przesunięcia linii wodoru wynikające z efektu Dopplera są skutkiem różnych prędkości obłoków materii w Galaktyce względem Słońca. Podstawowym założeniem podczas obróbki zebranego materiału było przyjęcie że najwyższą prędkość względem Słońca, a więc i najbardziej przesuniętą linię H1 posiada obłok poruszający się z prędkością w kierunku Słońca równą jego prędkości radialnej na danej długości galaktycznej. Uwzględniono także poprawkę na ruch obiegowy Ziemi.

Zanim przystąpiono do analizowania widma należało przeliczyć otrzymane widmo w funkcji częstotliwości na funkcję prędkości radialnych, korzystając z przybliżonego wzoru na efekt Dopplera.

$$\frac{f - f_{obs}}{f} \cong \frac{v}{c}$$

2.2 Dwie metody wyboru najwyższej prędkości obłoku

1. Metoda obwiedni - polegająca na wyznaczeniu granicy widma po stronie najwyższych prędkości
2. Metoda ostatniego pików - polegająca na określeniu ostatniego znaczącego pików pochodzącego od najbardziej przesuniętej linii

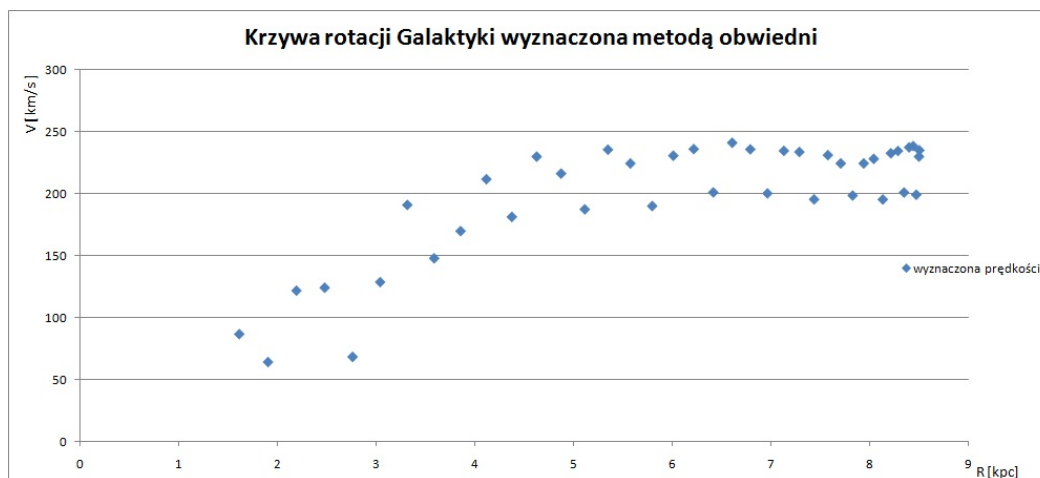
Dane zostały opracowane obiema metodami dla zbadania jakości otrzymywanych wyników oraz ustalenia, która z nich jest lepsza.

2.3 Wyznaczanie krzywej

Mając przypisane prędkości radialne do konkretnych długości galaktycznych należało wyliczyć odpowiadające im prędkości przestrzenne oraz odległości od środka Galaktyki biorąc pod uwagę odległość Słońca od środka oraz jego prędkość przestrzenną.

$$R = R_0 \sin l \quad V = V_r + V_0 \sin l$$

3 Dyskusja wyników



Rysunek 1: Wyniki uzyskane przez wszystkie grupy

3.1 Różnica wyników otrzymanych przez każdą z grup

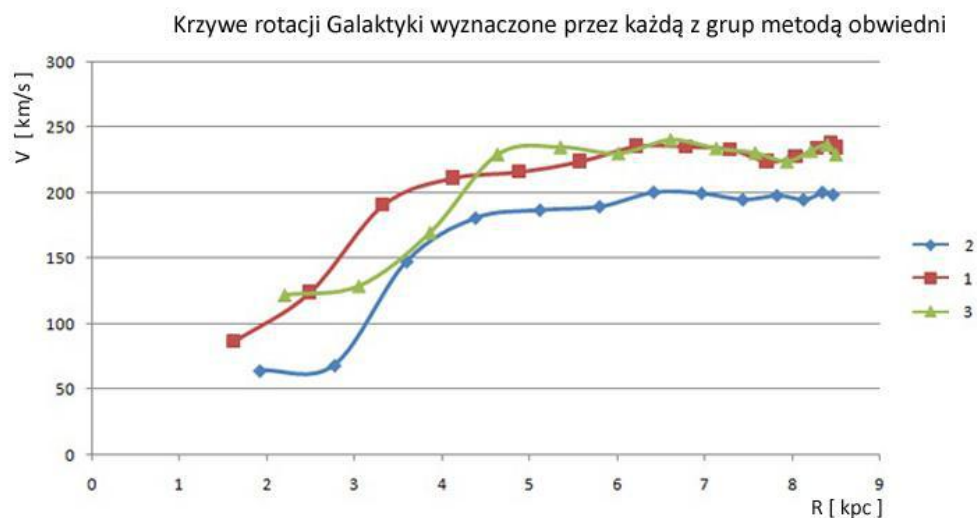
Różnice w krzywych otrzymanych przez każdą z grup wynikają z wielu czynników, najczęściej subiektywnych. Do najważniejszych należą:

- Wybór odpowiedniego piksu lub granicy widma nie zawsze był oczywisty, najczęściej zależał od subiektywnych odczuć.
- Słaba zdolność rozdzielcza teleskopu sprawiała że w aperturze znajdowały się obłoki z różnych długości galaktycznych, pomiar z krokiem dwóch stopni miał ukazać na jakiej długości teleskop trafiał pomiędzy obłoki.
- Błędy systematyczne wynikające z indywidualnych ocen widma przez każdą z grup

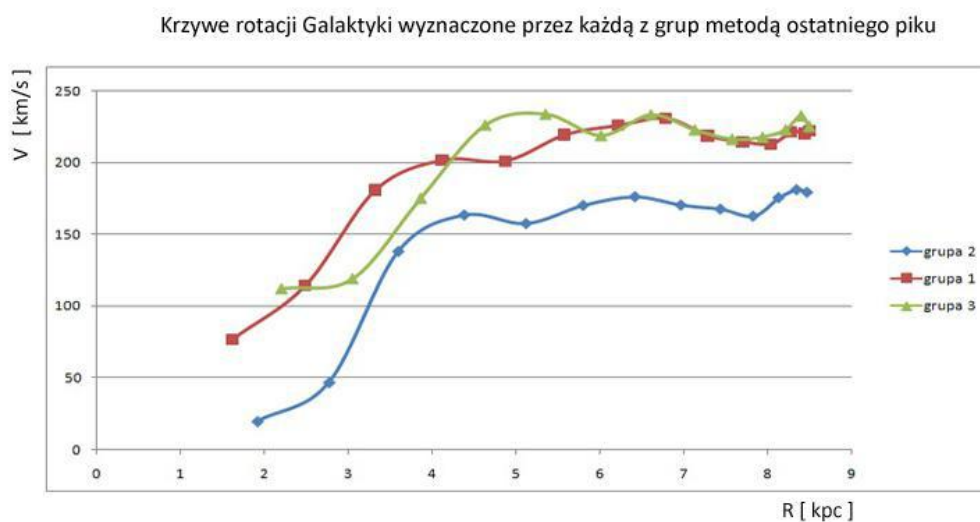
3.2 Porównanie obu metod redukcji danych

Dokonano porównania wyników uzyskanych przez każdy zespół w danej metodzie grupując je w dwa wykresy. Każda z grup zauważyła, że wyniki uzyskane metodą obwiedni tworzą bardziej gładką krzywą nie mniej jednak kształt jest mniej dynamiczny (brak szybkiego wzrostu i charakterystycznej "górkę") i tym samym jest mniej podobny do teoretycznych przewidywań. Mimo tego faktu metoda obwiedni sprawiała mniejsze problemy w odczytywaniu prędkości z

widma. W wielu sytuacjach okazywało się, że wybór ostatniego pików nie był oczywisty (stąd bardzo poszarpana krzywa). Wartości uzyskane dzięki obu metodom są porównywalne.



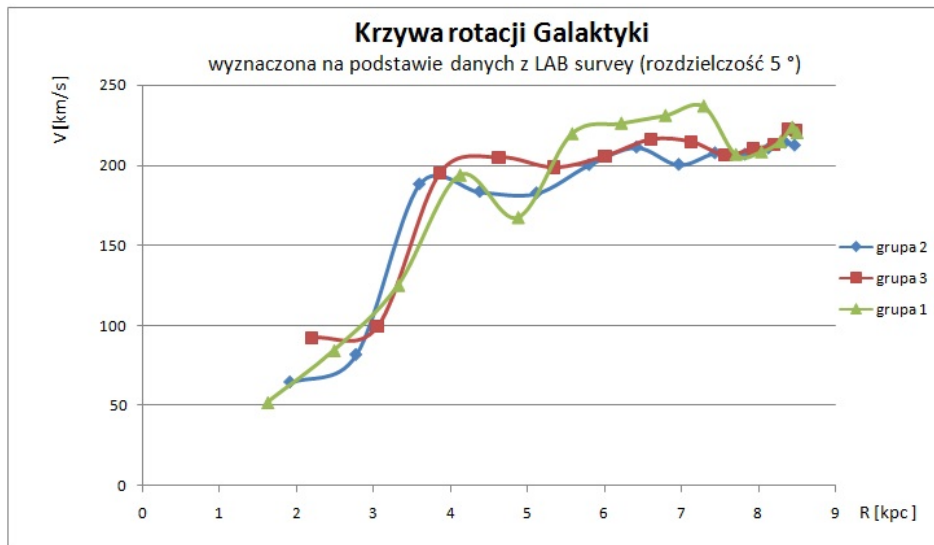
(a) metoda obwiedni



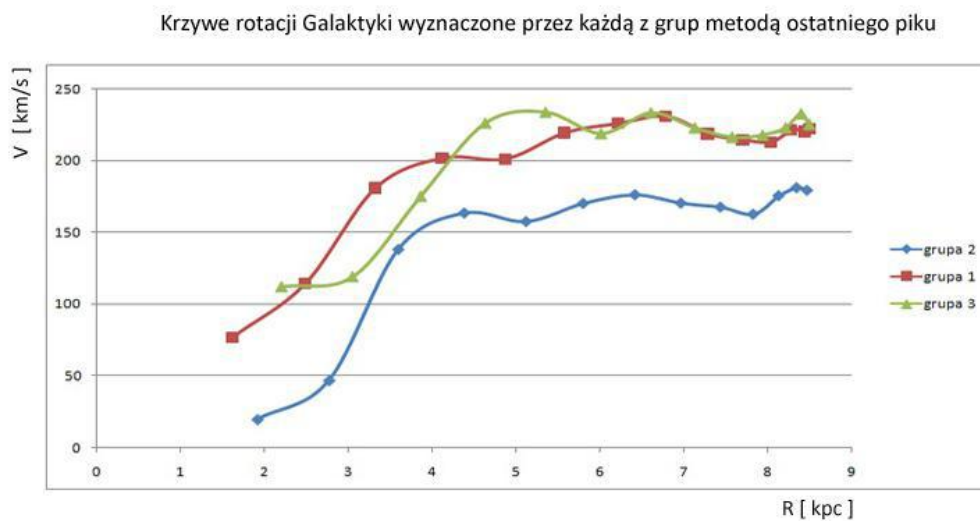
(b) metoda pików

Rysunek 2: Wyniki pomiarów opracowane przez trzy grupy dwiema metodami wyoboru maksimum prędkości.

3.3 Porównanie wyników z danymi pochodzącymi z LAB survey

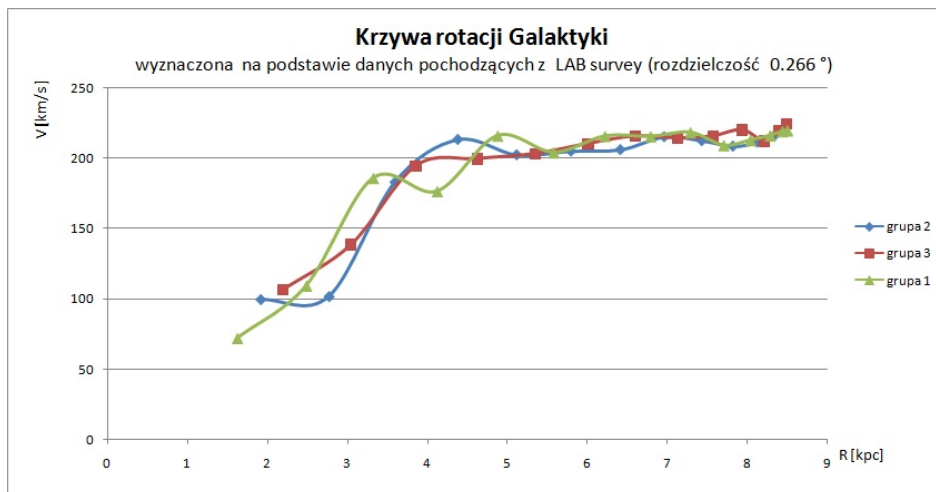


(a) LAB

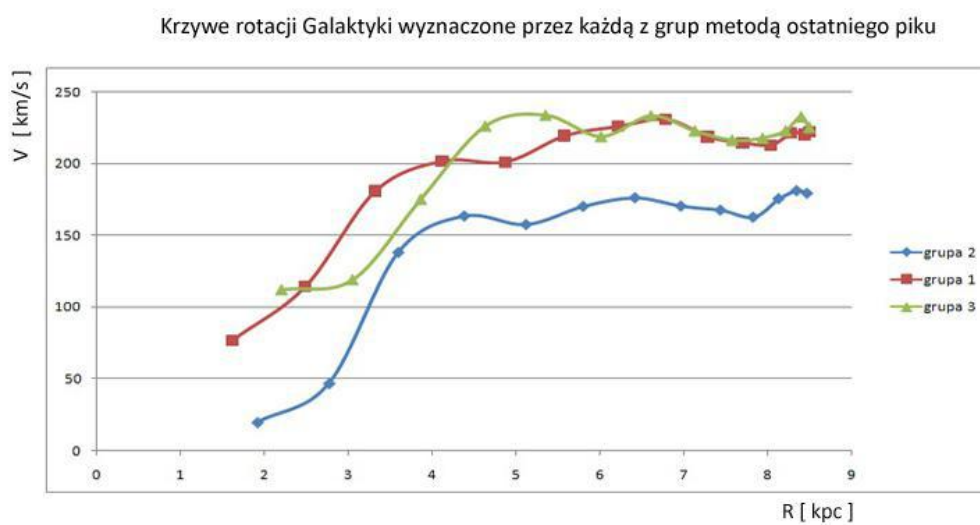


(b) wyniki

Rysunek 3: Wyniki pomiarów porównane z danymi pochodzącymi z LAB survey rozdzielczość 5°

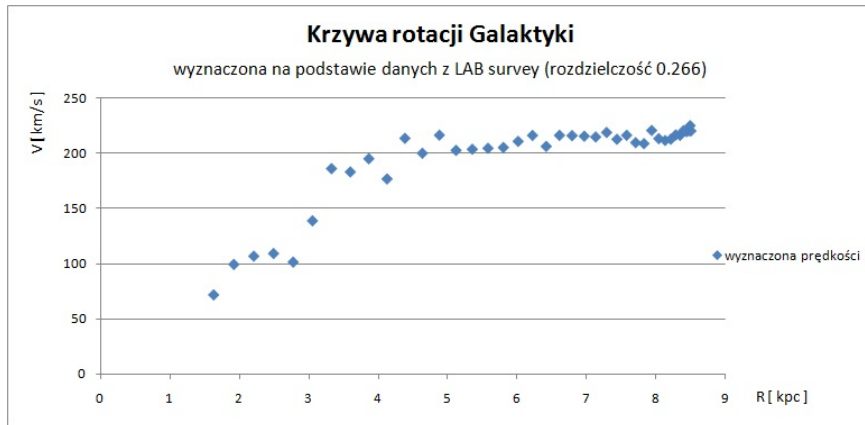


(a) LAB

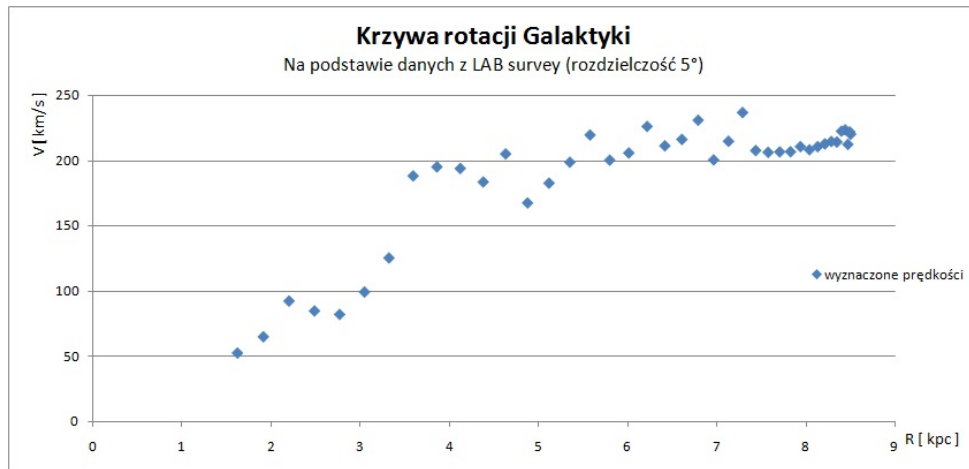


(b) wyniki

Rysunek 4: Wyniki pomiarów porównane z danymi pochodzącymi z LAB survey rozdzielczość 0.266°



(a) Rozdzielczość 0.266°



(b) Rozdzielczość 5°

Rysunek 5: Zbiorcze wyniki z LAB Sourvey

4 Wnioski i uwagi

- Wyniki obserwacji okazały się zgodne z oczekiwaniami. Uzyskana krzywa rotacji wskazuje na istnienie w Galaktyce ciemnej materii (prędkości nie maleją wraz z odległością od centrum Galaktyki).
- Wyniki uzyskane dla długości galaktycznej powyżej 45° są bardziej zbliżone do oczekiwanych i wartości są mniej chaotycznie rozrzucone na wykresie. Zaobserwowane widma dla tych współrzędnych miały prostą interpretację - wyraźny pik o dużej wartości sygnału, łatwy w odczycie.
- Obie metody przyniosły podobne wyniki, jednak w subiektywnym odczuciu wszystkich trzech grup metoda obwiedni okazała się mniej kłopotliwa. Odczyt prędkości z wykresów był bardziej jednoznaczny, przez co linia wykresu jest gładzsza.