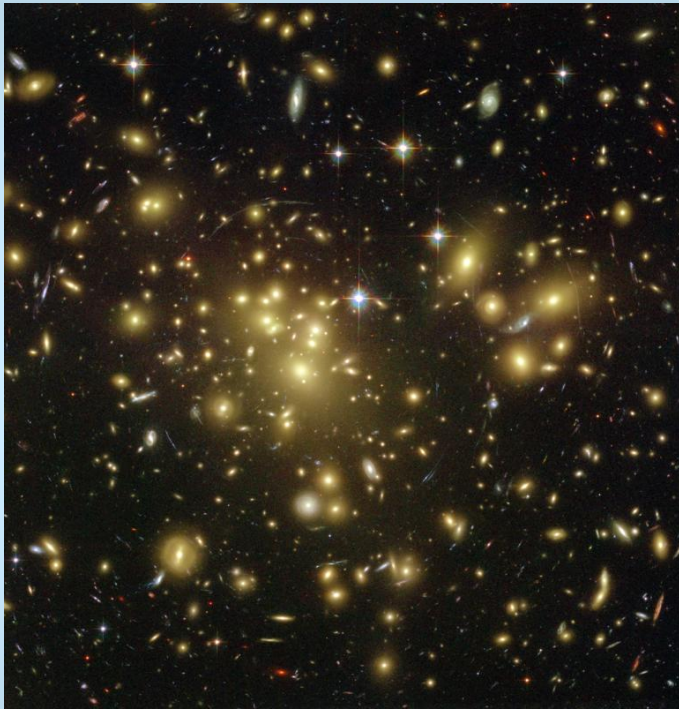


Od gromad galaktyk
do sferoidalnych galaktyk
karłowatych

Ewa L. Łokas

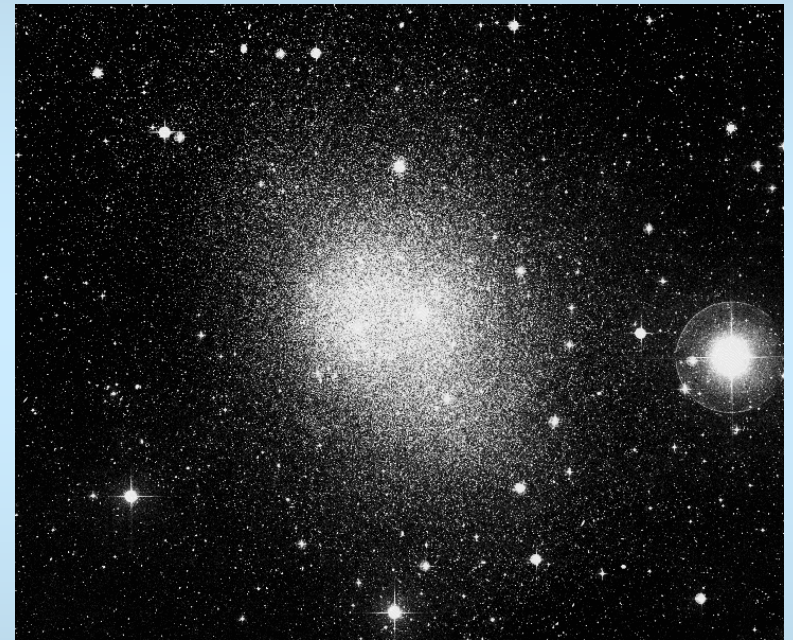
Centrum Astronomiczne PAN

Modelowane obiekty



A1689

Gromady galaktyk
 $M \sim 10^{14} - 10^{15} M_{\odot}$



Fornax

Sferoidalne galaktyki karłowate
 $M \sim 10^7 - 10^9 M_{\odot}$

Metoda momentów prędkości

- Pomiar położenia i prędkości galaktyk
- Wyznaczenie profili momentów prędkości
- Sformułowanie założeń modelu dotyczących rozkładu materii i anizotropii prędkości orbit galaktycznych
- Dopasowanie rozwiązań równań Jeansa do obserwowanych momentów prędkości
- Wyznaczenie wartości parametrów swobodnych

Parametry modelu

- Przyjmujemy, że rozkład materii ma postać profilu NFW, opisywanego dwoma parametrami: masą wirialną M_v i koncentracją c
- Parametr anizotropii charakteryzuje rodzaj orbit, po których poruszają się galaktyki w gromadzie

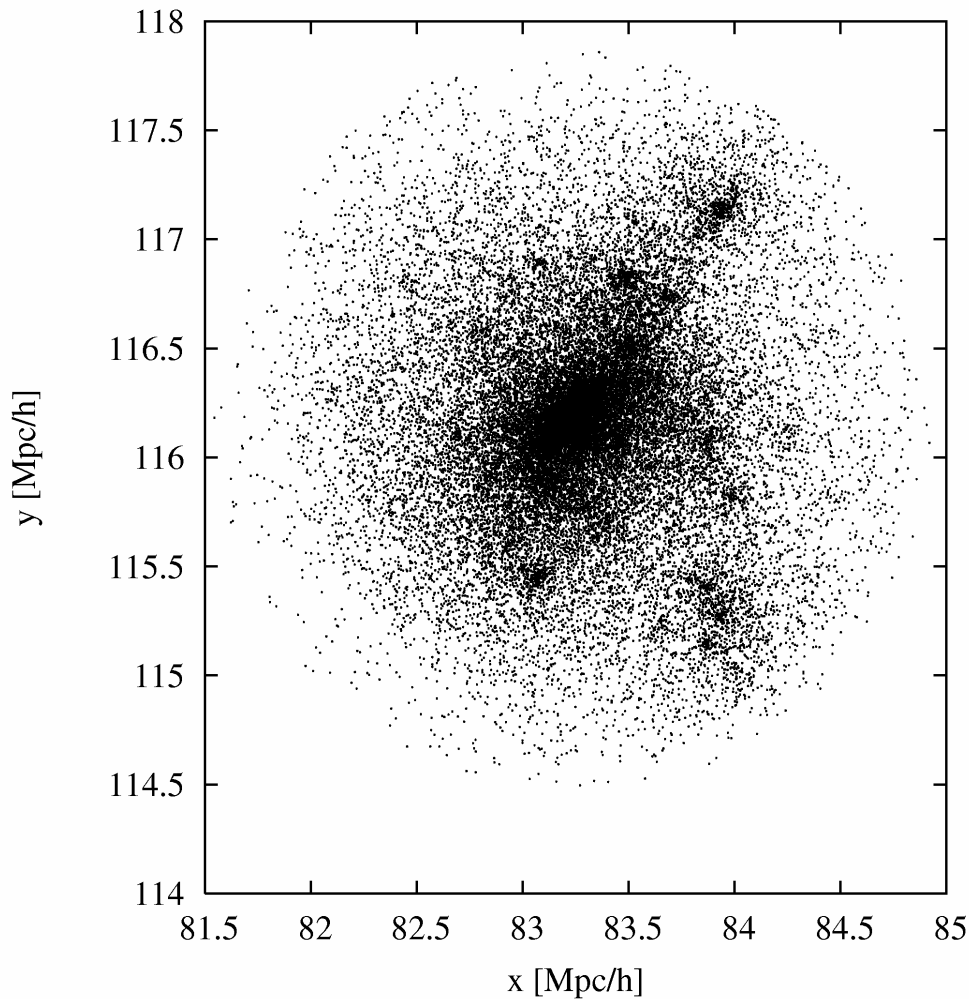
$$\beta = 1 - \sigma_{\theta}^2(r)/\sigma_r^2(r)$$

orbity kołowe: β ★ – ◎

orbity izotropowe: $\beta = 0$

orbity radialne: $\beta = 1$

Symulacje gromad



Symulacje N–ciałowe rozkładu ciemnej materii w pudle o rozmiarach 150 Mpc/h, dla standardowego modelu Λ CDM.

10 największych gromad ma masę $3.5\text{--}7.5 \diamond 10^{14} M_{\odot}$

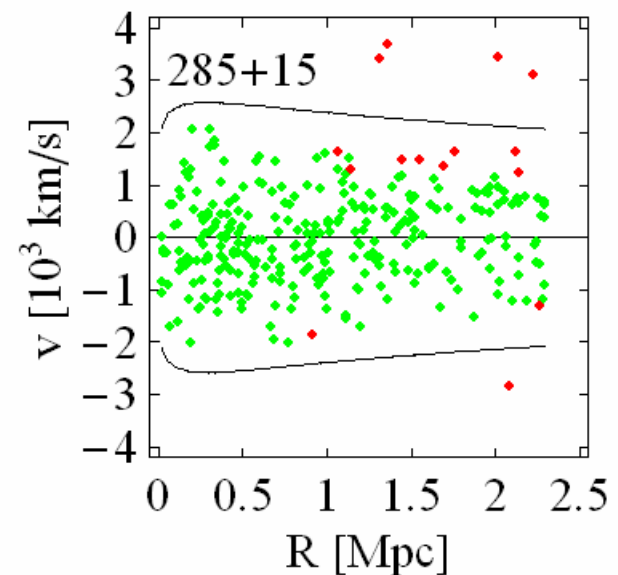
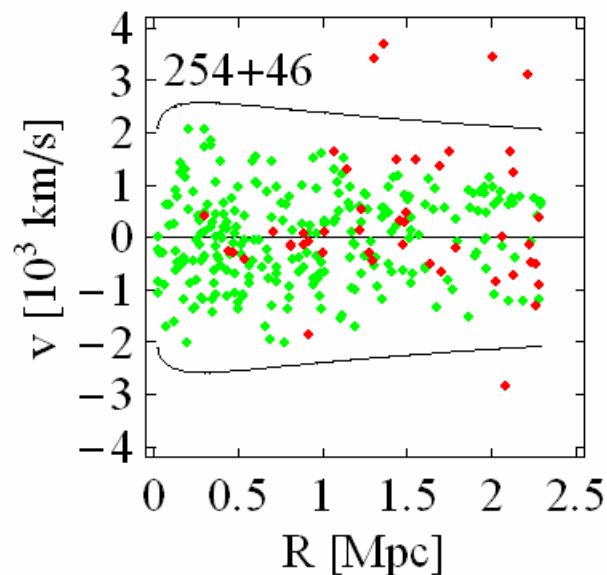
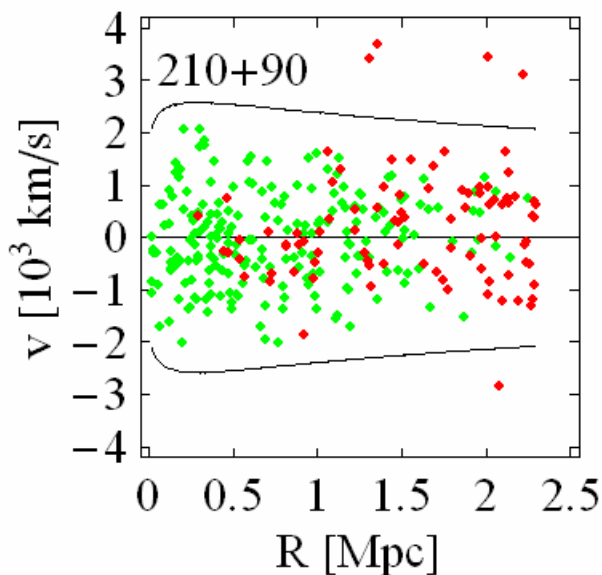
Testy przy użyciu symulacji

300 cząstek wylosowanych z jednego z symulowanych halo obserwowanego wzdłuż osi x pudła symulacji

$$r > r_v$$

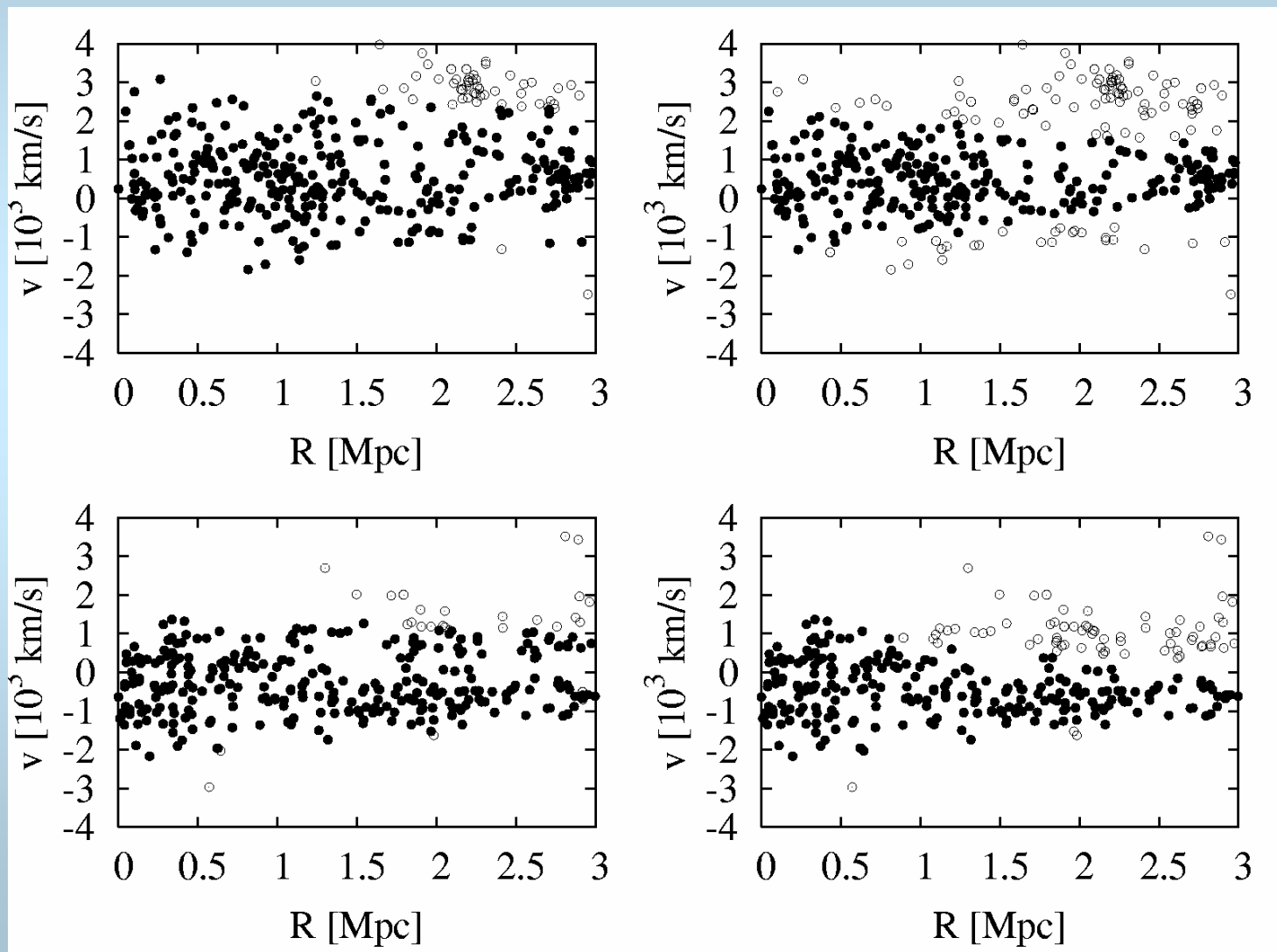
$$r > 2 r_v$$

$$v > v_{\text{esc}}$$



- cząstki wewnątrz 1 lub 2 r_v lub z prędkościami $v < v_{\text{esc}}$
- cząstki spoza 1 lub 2 r_v lub z prędkościami $v > v_{\text{esc}}$

Gromady z sąsiadami

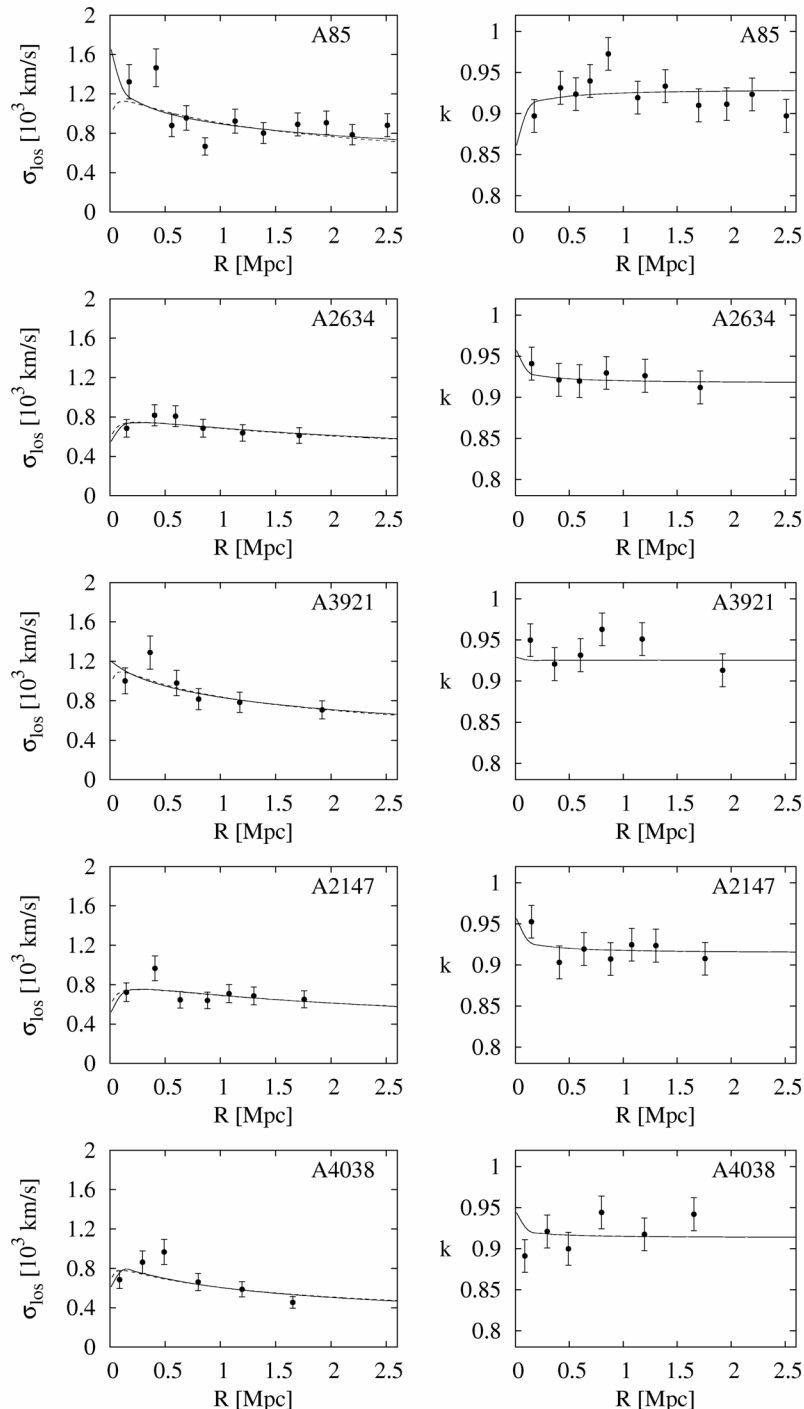


A2147

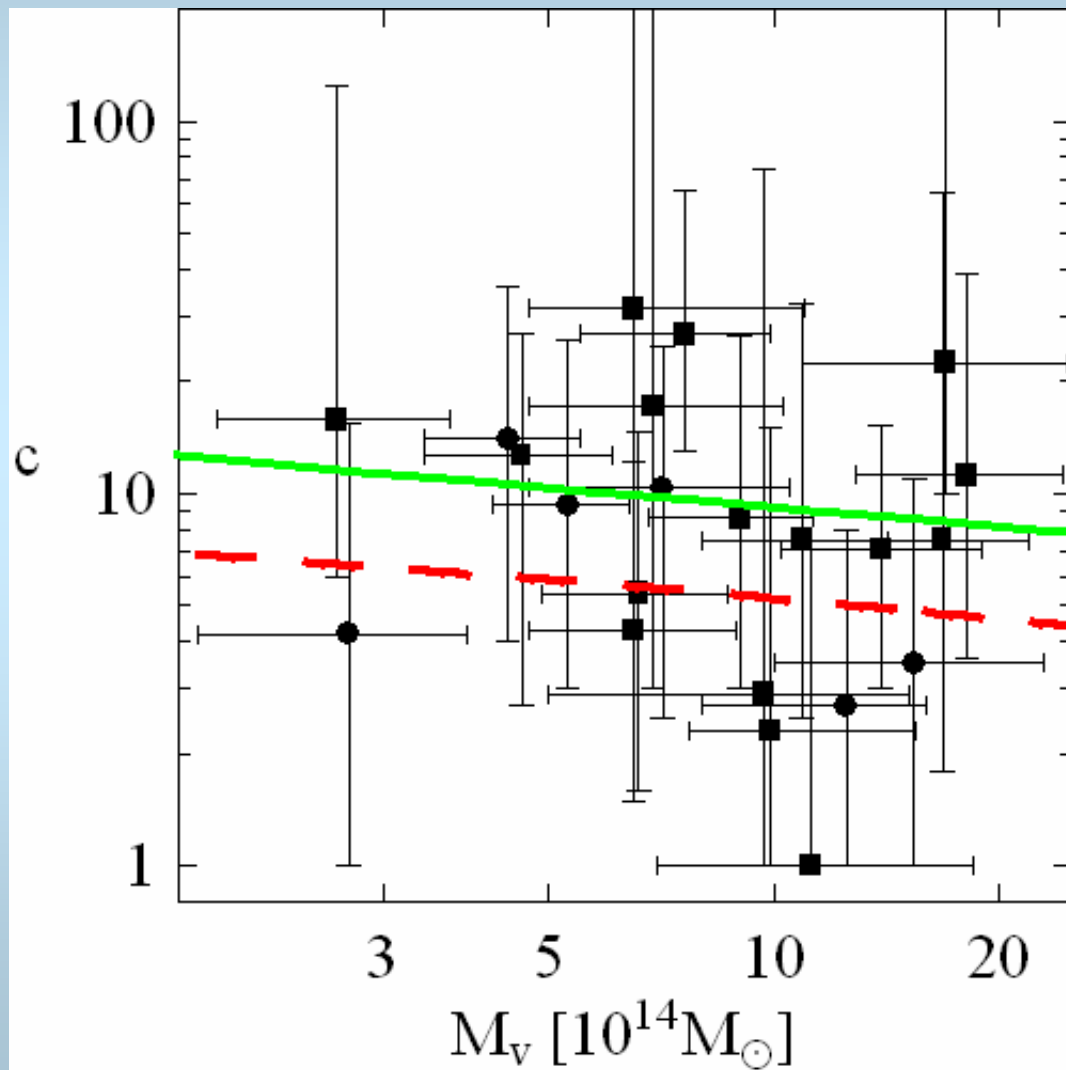
A4038

Przykładowe momenty prędkości gromad

Uwzględnienie czwartego momentu prędkości (kurtozy) pozwala złamać degenerację między parametrami



Relacja masa–koncentracja

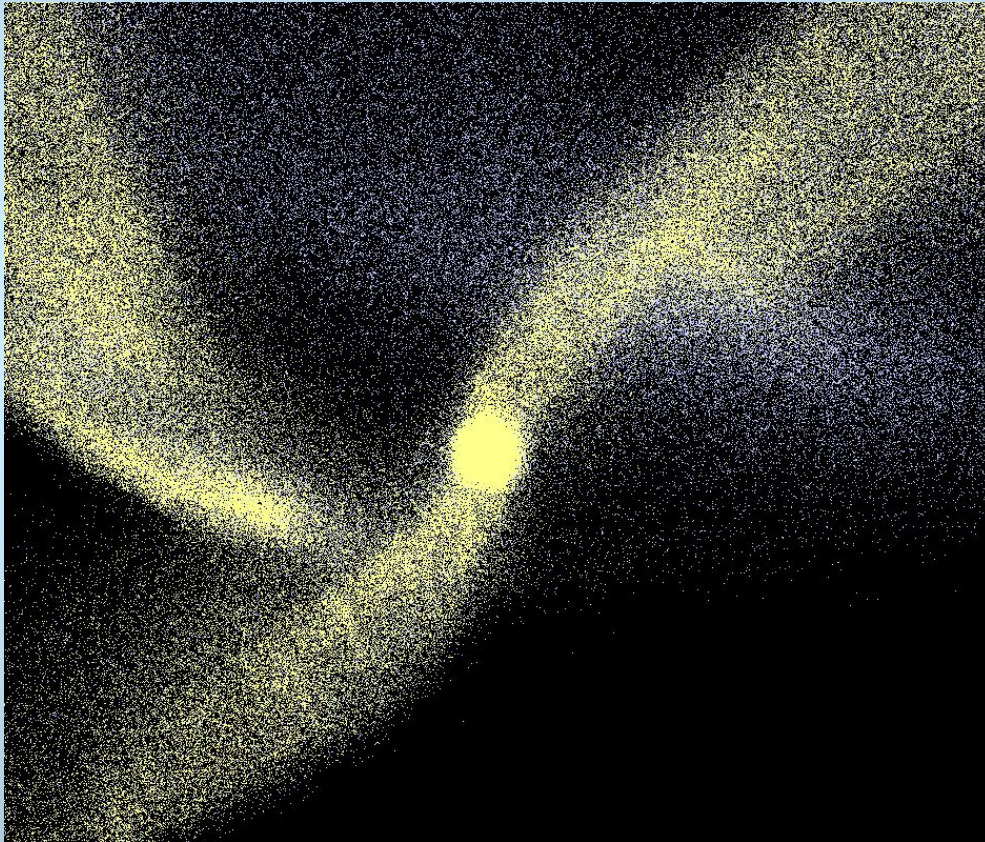


22 gromady

— symulacje

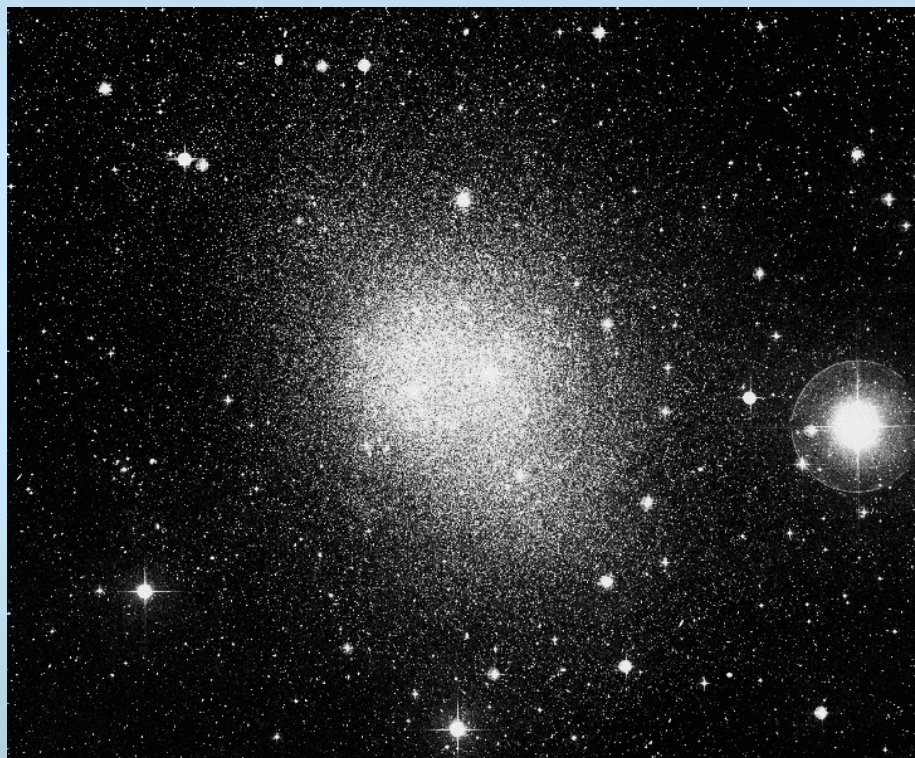
— fit

Symulacje karłów



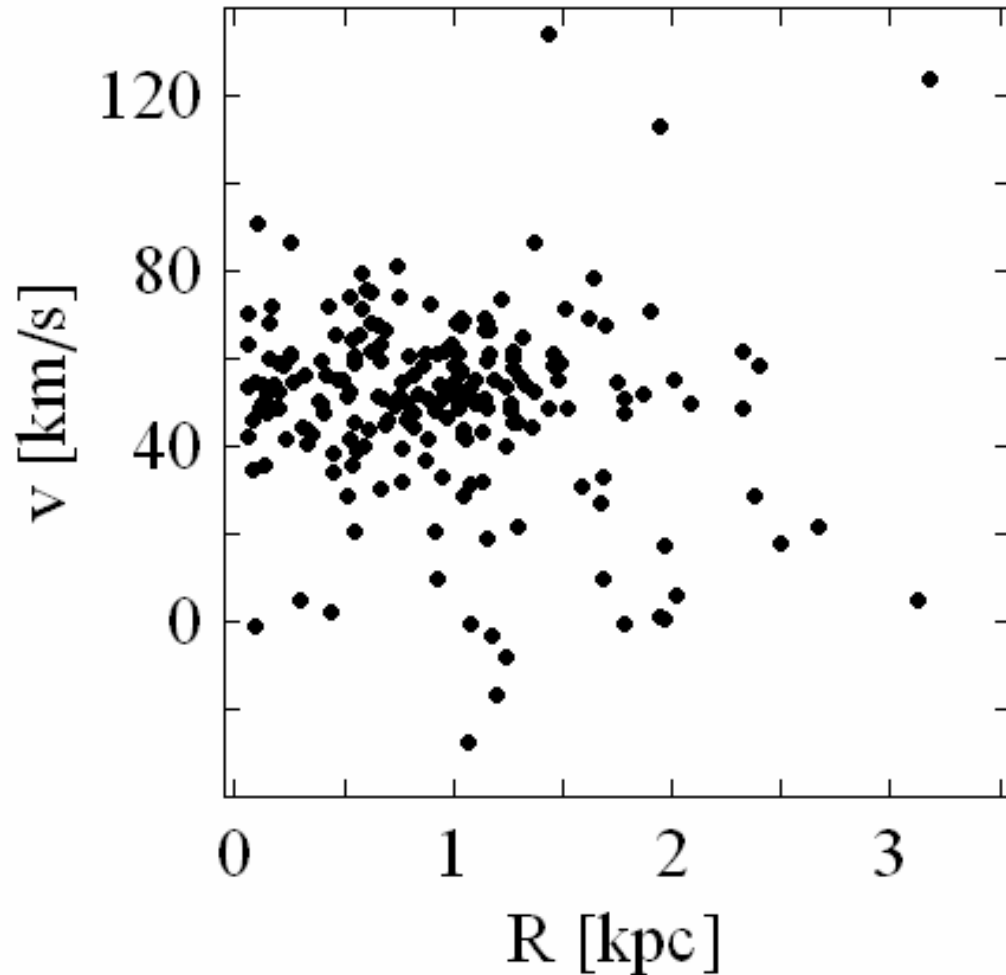
- Sferoidalne galaktyki karłowate są produktem oddziaływań pływowych z Drogą Mleczną
- Galaktyki początkowo spiralne przekształcają się w sferoidalne
- Sferoidalna galaktyka karłowata jest nadal silnie związana grawitacyjnie

Galaktyka sferoidalna Fornax



Główne parametry	
Jasność	$1.8 \text{ } \diamond \text{ } 10^7 L_{\odot}$
Odległość	138 kpc
M/L_V gwiazd	$3 M_{\odot}/L_{\odot}$
masa gwiazd	$5.4 \text{ } \diamond \text{ } 10^7 M_{\odot}$

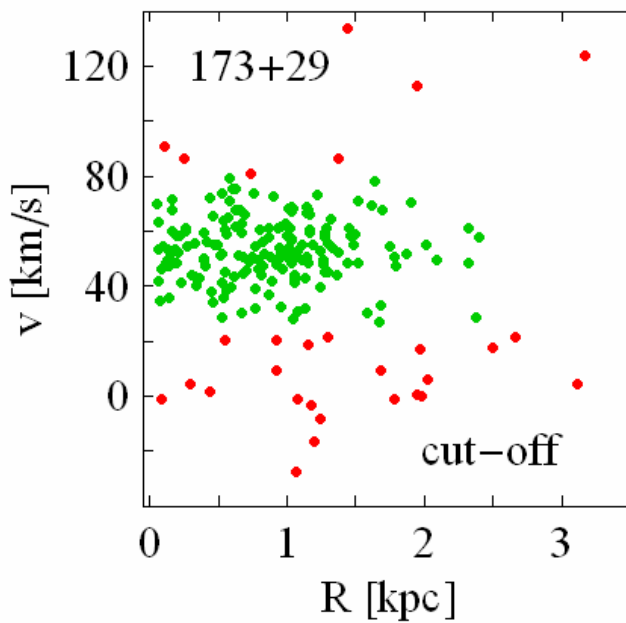
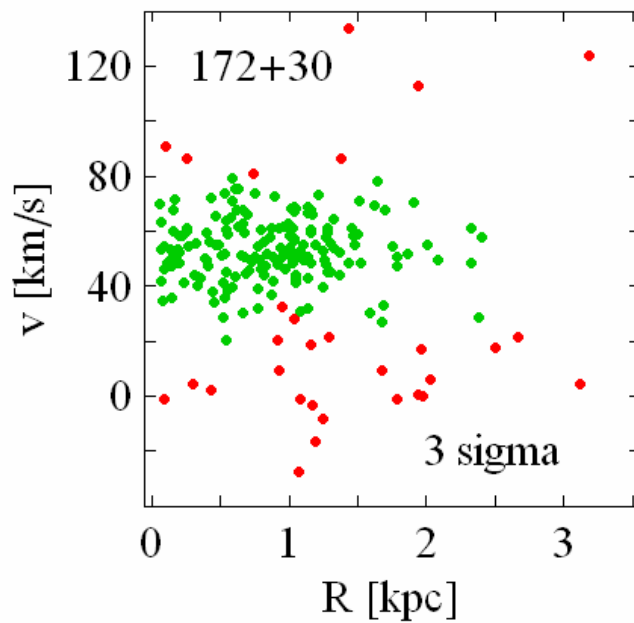
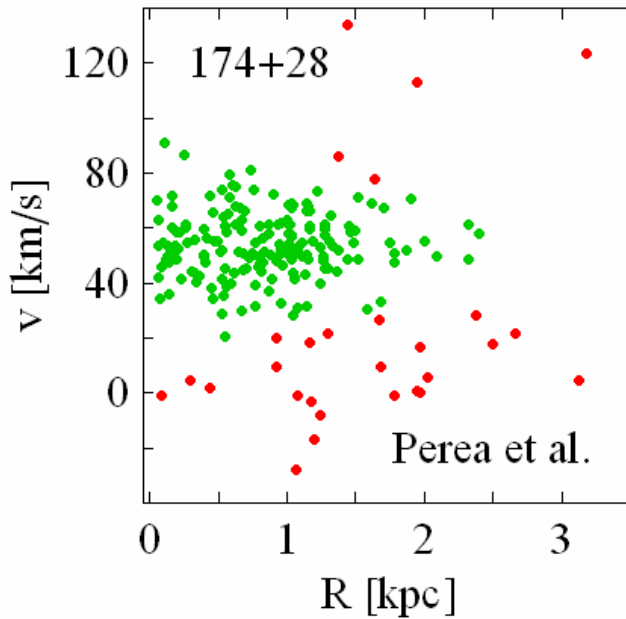
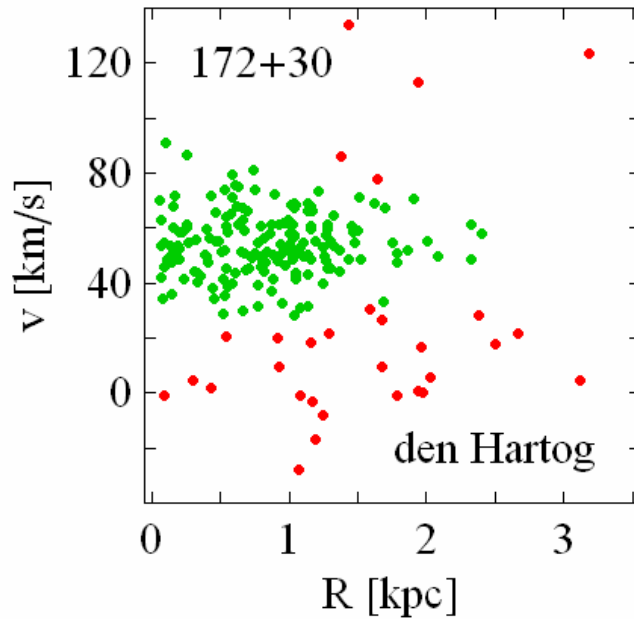
Nowe dane kinematyczne



Położenia
i prędkości
dla 202 gwiazd
w galaktyce
Fornax

Walker et al. 2006

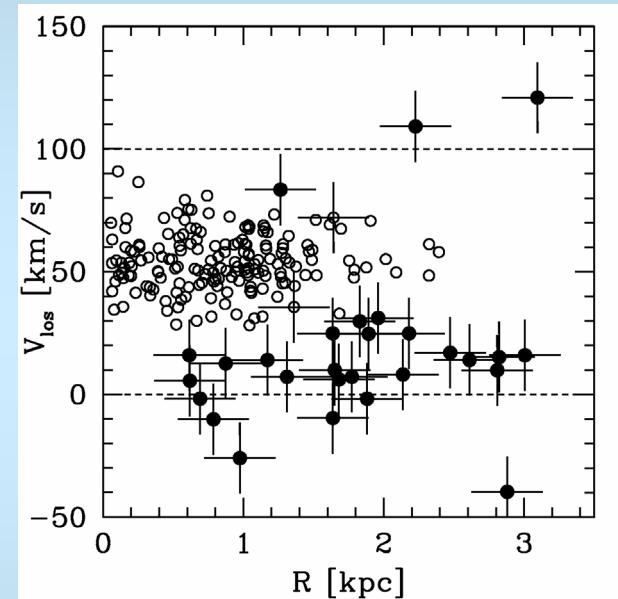
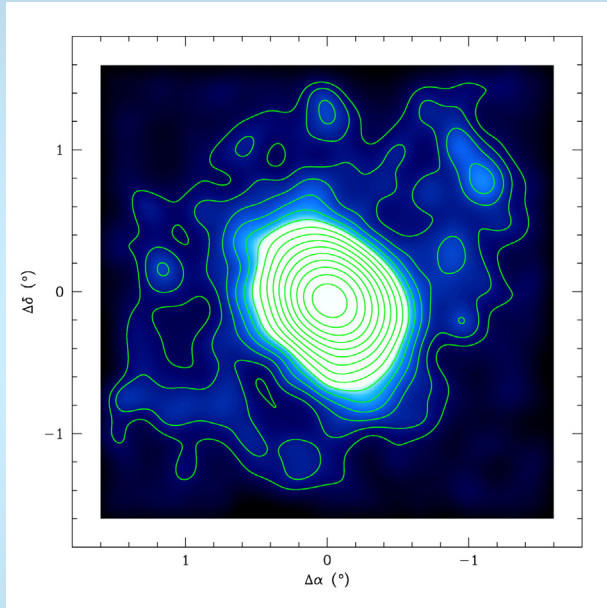
Wybór próbki



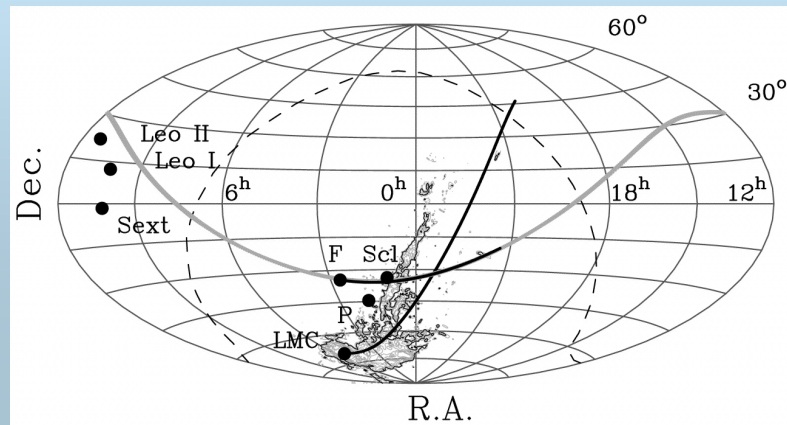
- gwiazdy należące do galaktyki
- interlopery

Źródło zanieczyszczenia próbki

- Ogony pływowe w galaktyce Fornax?
- Gwiazdy Drogi Mlecznej?

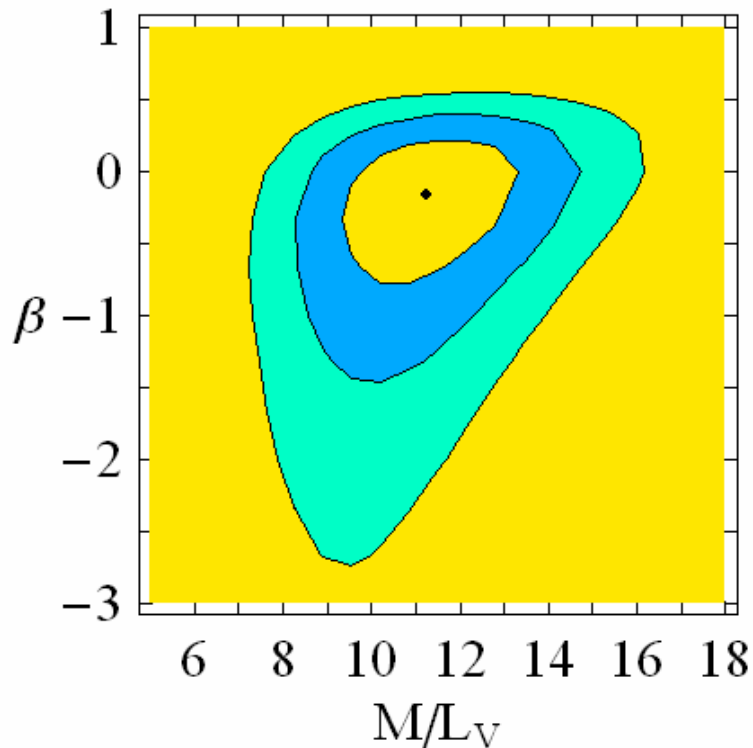


- Gwiazdy z Wielkiego Obłoku Magellana?



Ograniczenia na parametry

σ_{los}

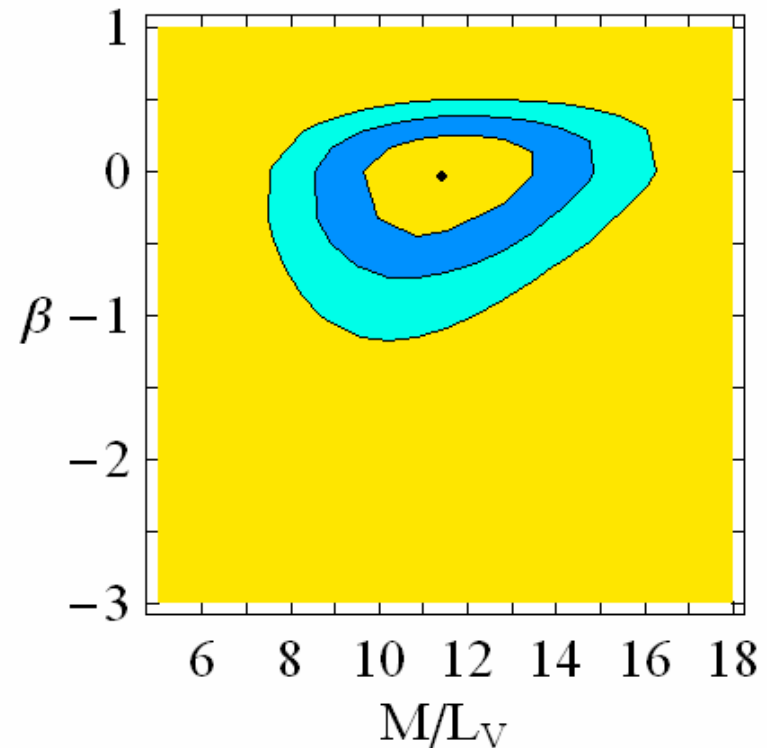


$$M/L_V = 11.3 M_{\odot}/L_{\odot}$$

$$\beta = -0.17$$

$$\chi^2/N = 3.4/4$$

$\sigma_{los} + \kappa_{los}$



$$M/L_V = 11.4 M_{\odot}/L_{\odot}$$

$$\beta = -0.03$$

$$\chi^2/N = 10.9/10$$

Współpracownicy

Radosław Wojtak (Centrum Astronomiczne PAN)

Jarosław Klimentowski (Centrum Astronomiczne PAN)

Stefan Gottlöber (Astrophysikalisches Institut Potsdam)

Gary Mamon (Institut d'Astrophysique de Paris)

Francisco Prada, Mariano Moles (Instituto de Astrofísica de Andalucía, Granada)

Stelios Kazantzidis (Stanford University)

Lucio Mayer (ETH Zurich)

Ostatnie publikacje

Gromady galaktyk:

- Łokas E. L., Wojtak R., Gottloeber S., Mamon G. A., Prada F., 2006, "Mass distribution in nearby Abell clusters", MNRAS, 367, 1463
- Wojtak, R., Łokas, E. L., Mamon, G. A., Gottloeber, S., Prada, F., Moles, M., 2006, "Interloper treatment in dynamical modelling of galaxy clusters", A&A in press, astro-ph/0606579
- Wojtak, R., Łokas, E. L., 2006, "The importance of interloper removal in galaxy clusters: saving more objects for the Jeans analysis", astro-ph/0606618

Sferoidalne galaktyki karłowate:

- Łokas E. L., Mamon G. A., Prada F., 2005, "Dark matter distribution in the Draco dwarf from velocity moments", MNRAS, 363, 918
- Klimentowski, J., Łokas, E. L., Kazantzidis, S., Prada, F., Mayer, L., Mamon, G. A., 2006, "Mass modelling of dwarf spheroidal galaxies: the effect of unbound stars from tidal tails and the Milky Way", astro-ph/0611296