Nasze najbliższe galaktyczne sąsiedztwo nosi nazwę Grupy Lokalnej. W jej skład wchodzą nie tylko dobrze znane, wielkie galaktyki spiralne: Droga Mleczna i Mgławica Andromedy M31, ale także mniejsza galaktyka spiralna w gwiazdozbiorze Trójkąta M33 oraz dziesiątki galaktyk karłowatych. Karły swoją nazwę zawdzięczają małym rozmiarom i jasnościom, wahającym się pomiędzy tysiącami a milionami jasności Słońca. Badania pokazują, że nie oznacza to bynajmniej, iż są także mało masywne. Oszacowania ich masy dynamicznej, tzn. masy całkowitej zawartej wewnątrz sfery o zadanym promieniu potrzebnej do podtrzymania obserwowanych prędkości gwiazd w stanie równowagi dynamicznej, wskazują, iż wkład gwiazd do masy całkowitej to zaledwie kilka procent. Uważa się, że zdecydowana większość masy zawarta jest w dotąd nieodkrytym, niebarionowym i oddziałującym jedynie grawitacyjnie składniku Wszechświata – ciemnej materii.

Celem mojego projektu pt. „Zaawansowane modele galaktyk karłowatych z wykorzystaniem metody superpozycji orbit" będzie opracowanie zaawansowanej metody modelowania galaktyk karłowatych poprzez uogólnienie podejścia wypracowanego w ramach pracy doktorskiej. Moja dotychczasowa praca pokazała, że tzw. metoda superpozycji orbit ma duży potencjał w wyznaczaniu niedostępnych obserwacyjnie parametrów galaktyk: rozkładu ciemnej materii i kształtu orbit, po jakich poruszają się gwiazdy w galaktyce. Parametry te są dodatkowo od siebie zależne, co znacząco utrudnia tworzenie modeli teoretycznych.

Rozbudowana metoda, którą opracuję, będzie wykorzystywała dodatkowe dane obserwacyjne:

- wyodrębnienie dwóch (lub więcej) populacji gwiazd. Na populację gwiazdową składają się gwizdy w podobnym wieku i o podobnym składzie chemicznym. Jako że różne populacje powstają w różnych warunkach (np. w wyniku zderzeń galaktyk), wykazują one odmienny rozkład przestrzenny i własności kinematyczne;
- ruchy własne, czyli prędkości gwiazd w płaszczyźnie nieba. Są one mierzone w oparciu o przesunięcia położeń pomiędzy obserwacjami wykonanymi na przestrzeni kilku bądź kilkunastu lat.

Dane te, choć są już dostępne dla kilku obiektów, nie znalazły dotychczas szerokiego zastosowania. W mojej opinii nałożą one silne więzy na modelowane parametry znacząco polepszając dokładność otrzymywanych wyników.

Aby rezultaty modelowania były wiarygodne, stosowana metoda musi być przetestowana na sztucznych danych. Posłużę się w tym celu danymi projektu Illustris, z którego wybiorę próbkę obieków przypominających galaktyki karłowate. Dzięki testom na kontrolowanych danych sformuuję ogólne wnioski dotyczące dokładności wyznaczenia poszukiwanych parametrów oraz określę pochodzenie błędów systematycznych i ich wpływ na końcowe wyniki.

Metodę zastosuję także do rzeczywistych danych obserwacyjnych dla galaktyk karłowatych w gwiazdozbiorach Pieca i Rzeźbiarza i potencjalnie innych obiektów, o ile odpowiednie dane będą dostępne.

Co ciekawe, opracowana metoda będzie mogła być w przyszłości zastosowana także do kulistych gromad gwiazdowych, które, choć nie zamieszkują halo ciemnej materii, mogą zawierać w swoich centrach średniej masy czarne dziury. Duża liczba mierzonych w gromadach ruchów własnych powinna pomóc w modelowaniu rozkładu masy i potwierdzeniu (bądź wykluczeniu) istnienia średniej masy czarnych dziur, dla których mechanizm powstawania jest trudny do wyjaśnienia na gruncie obecnej wiedzy.