Streszczenie

Kosmiczne pustki mogą odegrać kluczową rolę w kosmologii, zarówno w badaniach wpływu środowiska na powstawanie galaktyk poprzez hamowanie procesu wirializacji hal ciemnej materii, jak i w badaniach efektu soczewkowanie grawitacyjnego poprzez rozpraszanie niż skupianie promieni świetlnych.

Niniejsza rozprawa ma dwa główne cele. Po pierwsze, badamy czy położenie galaktyki w ramach kosmicznej struktury ma mierzalny wpływ na jej właściwości. Szczyt potencjału kosmicznej pustki oznaczmy jako "elaphrocentrum", które powinno przeciwdziałać procesowi skupiania się materia i hamować jego przebieg. Po drugie, badamy w jakim stopniu mapy optyki geometrycznej pozwalają na wyznaczenie rejonów o obniżonej gęstości w rozkładzie ciemnej i nie promieniującej materii obecnie w ramach kosmicznych pustek.

Badania te oparte są na podstawie symulacji N-ciałowych, z których skonstruowane zostały drzewa historii-połączeń skupisk materia, w których zostały zagnieżdżone galaktyki na podstawie pół-analitycznych procedur. Te same metody zostały zaadoptowane do symulacji Bolshoi w celu poprawienia rozdzielczości masowej. Kosmiczne pustki zostały zidentyfikowane za pomocą algorytmu wododziałowego. Następnie, na podstawie symulacji N-ciałowej, zostały skonstruowane mapy o podwyższonej gęstości oraz mapy soczewkowania grawitacyjnego, a także odpowiadające im skalary optyki geometrycznej. Na podstawie uzyskanych w ten sposób map, został skonstruowany heurystyczny algorytm do identyfikacji kosmicznych pustek oraz ich radialnych profili w ramach wyżej wymienionej parametryzacji.

Uzyskane wynik sugerują, iż położenie galaktyk w odniesieniu do elaphrocenrum nie wpływa na osłabienie temp spadku materii, jednakże obserwowany jest znacznie późniejsze tempo formowania się galaktyk znajdujących się we wnętrzu kosmicznych pustek. Galaktyki te, dodatkowo, charakteryzują się mniejszymi masami, mniejszymi rozmiarami oraz, dla masy hal $M_{\rm vir} \gtrsim 10^{10} M_{\odot}/h$, wyższym parametrem rotacji. Galaktyki zidentyfikowane w ramach symulacji Bolshoi, które znajdują się w kosmicznych pustkach także charakteryzują się opóźnionym tempem formowania i wyższym parametrem rotacji. Różnice w ramach symulacji Bolshoi, wskazują na masy z zakresu podgromadowego, tzn. dla mas mniejszych od $\sim M_{\rm vir} = 10^{10} M_{\odot}/h$–$10^{11} M_{\odot}/h$. Analiza oparta na symulacji Bolshoi oraz wyróżnionych masach wyraźnie wskazuje na wyższe masy gwiazdowe w ramach rejonów o podwyższonej gęstości. Na podstawie tych wyników wyciągnięty jest wniosek, że kosmiczne pustki jako środowiska wyizolowane wpływają ilościowo na procesy formowania się galaktyk.

Praca oparta na optyce geometrycznej i heurystycznie zdefiniowanym algorytmie wskazuje, że mapy słabego soczewkowanie-grawitacyjnego, ścinania, oraz mapy parametru ekspansji Sachsa i parametru ścinania Sachsa są w stanie jednoznacznie zidentyfikować centra kosmicznych pustek, które zostały wyselekcjonowane za pomocą algorytmu wododziałowego.

Niniejsza rozprawa wykazuje, że galaktyki, które uformowały się w ramach środowisk kosmicznych pustek mają mierzalnie inne własności niż galaktyki które uformowały się w ramach rejonów o podwyższonej gęstości. Co więcej, niniejsza rozprawa także otwiera nowe prospekty dla identyfikowania kosmicznych pustek w oparciu o mapy optyki geometrycznej. Przedstawione w niej wstępne badania oraz wypracowany algorytm mogą stanowić ważną metodę w detekcji kosmicznych pustek, co z kolejki pozwoli na dodatkowe badania oparte na spektroskopijnych przeglądach galaktycznych.