

THESIS ABSTRACT (Polish)

Ogólna teoria względności Einsteina stanowi podstawę współczesnej kosmologii. Zgodnie z tą teorią, około 96% naszego Wszechświata składa się z Ciemnej Materii i Ciemnej Energii. Rola tych dominujących składników we wpływanie na dynamikę naszego Wszechświata jest dobrze rozumiana. Ciemna Materia wyjaśnia stabilność struktur wielkoskalowych, podczas gdy Ciemna Energia odpowiada za przyspieszoną ekspansję Wszechświata. Dlatego jednym z najważniejszych celów współczesnej kosmologii jest zrozumienie natury tych dwóch kosmicznych bytów.

Zgodnie ze standardowym modelem kosmologicznym Λ CDM (Λ -Cold Dark Matter), Λ (lub stała kosmologiczna) jest głównym kandydatem na Ciemną Energię i wyjaśnia przyspieszoną ekspansję Wszechświata. Jednak Λ stoi w obliczu znaczących wyzwań teoretycznych i obserwacyjnych. W rezultacie istnieje wiele różnych teorii wykraczających poza Λ CDM, które starają się wyjaśnić obserwowaną przyspieszoną ekspansję, zakładając modyfikacje standardowej teorii grawitacji na skalach kosmologicznych. W niniejszej rozprawie pracujemy z dwoma takimi modelami zmodyfikowanej grawitacji (MG): mianowicie z grawitacją $f(R)$ i nDGP. Powyższe teorie MG oferują bardzo dobry poligon doświadczalny do badania swobody modyfikacji teorii grawitacji Einsteina w celu wytworzenia mechanizmu fizycznego, który skutecznie naśladuje działanie stałej kosmologicznej, powodując przyspieszoną ekspansję. Efekt tych modeli MG jest wpisany w dynamikę grawitacyjną struktur wielkoskalowych i może potencjalnie wpływać na powstawanie i ewolucję hal ciemnej materii. Tak więc statystyczne właściwości hal, które tworzą elementy składowe obserwabli kosmologicznych związanych z wielkoskalowymi strukturami we Wszechświecie, oferują możliwości testowania modyfikacji sił grawitacyjnych. Badanie kosmologicznych implikacji tych teorii MG i ograniczanie ich za pomocą obserwacji jest aktywnym tematem badawczym w kosmologii.

Ze względu na nieliniowy charakter tych teorii wykraczających poza Λ CDM, symulacje numeryczne są najbardziej wiarygodnymi narzędziami do badania tych modeli MG. Są one jednak kosztowne obliczeniowo. Większy koszt obliczeniowy symulacji MG utrudnia uzyskanie rozdzielczości i objętości, które osiągnęliśmy dla najnowszych symulacji Λ CDM. To dodatkowo ogranicza zakres dokładnego testowania grawitacji na skalach kosmologicznych przy użyciu precyzyjnych danych obserwacyjnych. Dlatego, aby jak najlepiej wykorzystać bogactwo danych do testów MG z naszych obecnych i przyszłych przeglądów nieba, ważne jest przygotowanie dokładnych przewidywań teoretycznych. Te teoretyczne szablony mogą być uważnie połączone z obserwacjami w celu uzyskania precyzyjnych i bezstronnych ograniczeń na obserwabli kosmologiczne. Pierwsza część niniejszej rozprawy dotyczy potrzeby wiarygodnego analitycznego modelowania właściwości kosmologicznych w MG.

W drugiej części rozprawy określamy ilościowo wpływ dodatkowych atrybutów na statystyki wielkoskalowe oraz sposób, w jaki te właściwości dodatkowo wpływają na efekty związane z MG. W szczególności badamy dodatkowe zależności powodowane przez wewnętrzne właściwości halo i środowiska kosmiczne. Czynniki te wprowadzają dodatkową systematykę w badaniu wielkoskalowego grupowania się i powinny być odpowiednio uwzględnione, aby uzyskać obiektywne i dokładne ograniczenia w analizie parametrów kosmologicznych. Osiągnięcie dokładności na poziomie procentowym, do której dążymy w naszych obecnych i przyszłych badaniach kosmologicznych, wymaga tej uwagi.