

Projekt dotyczy badań podstawowych z pogranicza fizyki cząstek elementarnych, kosmologii i astrofizyki. Po odkryciu w roku 2012 w LHC (Large Hadron Collider, CERN, Szwajcaria) cząstki Higgsa, kluczowe staje się zbadanie jej własności i ustalenie, czy istotnie jest ona cząstką Higgsa przewidywaną w Modelu Standardowym. Jest to szczególnie ważne w chwili obecnej, gdy na wiosnę 2015 r. LHC rozpocznie zbieranie danych przy zwiększonej, prawie dwukrotnie w stosunku do obecnej, energii zderzenia wiązek protonowych. Otwiera to nowe możliwości produkcji nowych cząstek, ale również bardziej precyzyjnego pomiaru własności cząstki Higgsa oraz lekkich cząstek, gdy ich produkcja np. w fuzji gluonów zwiększa się, gdy energia protonów rośnie. Cząstka Higgsa o podobnych własnościach do tej z Modelu Standardowego występuje w rozszerzeniach Modelu Standardowego, takich jak modele z dwoma i więcej dubletami, jak również singletami pól skalarnych, w teoriach z lub bez supersymetrii. Precyzyjny opis teoretyczny procesów z udziałem cząstki Higgsa w LHC jest niezbędny, aby ustalić to samo, czy cząstki i móg skutecznie poszukiwać innych cząstek, które jej towarzyszą w rozszerzonych modelach, w szczególności ciężkie lub bardzo lekkie cząstki Higgsa. Takie dodatkowe cząstki Higgsa słabo oddziałują z bozonami W i Z przenoszącymi oddziaływanie elektroslabe i potrzebne są precyzyjne obliczenia prawdopodobieństw różnych procesów z ich udziałem. Oznacza to konieczność uwzględnienia poprawek pętlowych, jak również tworzenie i rozwijanie odpowiednich programów komputerowych. W rozszerzeniach Modelu Standardowego, które zamierzamy analizować oprócz dodatkowych cząstek Higgsa występują cząstki ciemnej materii. Połączenie ograniczeń LHC dotyczących cząstek ciemnej materii z pomiarami gęstości reliktowej oraz wynikami dedykowanych astrofizycznych eksperymentów, już obecnie pozwala wykluczyć pewne scenariusze. Oczekiwane nowe wyniki z LHC mogą doprowadzić do prawdziwego przełomu w wyjaśnieniu sprzecznych wyników bezprecedensowych pomiarów własności ciemnej materii. Okazuje się bowiem, że własności cząstki Higgsa są bardzo czułe na własności cząstek ciemnej materii, z którymi oddziałuje, szczególnie w modelach typu "Higgs portal", w których jedynie cząstka Higgsa oddziałuje z cząstkami ciemnej materii. Niezależnie, w LHC planowane są nowe bezprecedensowe pomiary procesów z brakiem energii poprzecznej, w których produkują się stabilne cząstki ciemnej materii. Poznanie własności cząstek ciemnej materii jako i cząstki (cząstek) Higgsa są niezbędnym elementem opisu oddziaływań fundamentalnych dla bardzo dużych energii. Celem projektu będzie również pogłębienie opisu teoretycznego, m. in. badanie stabilności i rozwoju w poszczególnych modelach, która gwarantuje, że rozwinięte modele mogą opisywać zjawiska zachodzące przy bardzo dużych energiach, a do energii Plancka, gdzie powinno nastąpić połączenie z opisem oddziaływań grawitacyjnych.

Jako wynik projektu planujemy uzyskać poprawny opis najnowszych danych LHC i danych astrofizycznych w modelach z rozszerzonym sektorem Higgsa, które pozwolą na sformułowanie realistycznych przewidywań dla przyszłych doświadczeń, jak również dostarczyć argumenty w toczy się dyskusji o budowie przyszłego akceleratora elektron-pozyton.