

Znajdujemy się w punkcie zwrotnym fizyki cząstek elementarnych. Model Standardowy (MS) został potwierdzony odkryciem w 2012 r. w LHC ostatniej przewidzianej w jego ramach cząstki czyli cząstki Higgsa. MS jest jednak tylko teorią efektywną przy skali elektroślabej i nie rozwiązuje pewnych fundamentalnych problemów. Są to pytania dotyczące m.in.

- dynamicznego pochodzenia i stabilności skali oddziaływań słabych
- natury i pochodzenia Ciemnej Materii
- natury i pochodzenie Ciemnej Energii
- pochodzenia struktury zapachu i łamania symetrii CP
- pochodzenia istniejącej we Wszechświecie asymetrii bariony-antybariony
- unifikacji oddziaływań elementarnych, w tym grawitacyjnych.

MS nie jest ostateczną teorią oddziaływań elementarnych. Musi istnieć głębsza teoria będąca rozszerzeniem MS wyjaśniająca wymienione powyżej problemy i pozwalająca na głębsze zrozumienia struktury materii oraz historii Wszechświata. Jej znalezienie jest obecnie głównym wyzwaniem i celem fizyki cząstek. Wyznaczanie drogi do tego celu jest podstawowym zadaniem tego projektu.

W ciągu kilku ostatnich dekad fizyka cząstek rozwijała się "zgodnie z planem". Odkrywanie kolejnych nowych cząstek wymagało olbrzymiego postępu technik eksperymentalnych, ale odkrycia te nie były zaskoczeniem dla fizyków. Przykłady to odkrycia bozonów W i Z , kwarków t i wreszcie cząstki Higgsa. Po tym ostatnim odkryciu znamy już komplet cząstek przewidzianych przez MS. Teraz nie wiem, kiedy i jakich nowych odkryć można się spodziewać. Powodem jest brak jednoznacznego schematu rozszerzania MS oraz wskazówek, przy jakiej skali efekty takiego rozszerzenia powinny się pojawić. Mamy do czynienia z sytuacją, która nie jest nowa w badaniach podstawowych, których zadaniem jest badanie nieznanych obszarów wiedzy, co niesie wysokie ryzyko ale i możliwość bardzo znaczących odkryć.

Jak do tej pory, poszukiwania w LHC zjawisk wykraczających poza MS nie przyniosły przekonujących pozytywnych rezultatów. Poszukiwania te prowadzi się jednak pod kątem kilku konkretnych modeli zaproponowanych jako rozszerzenie MS. Negatywne wyniki ograniczają lub nawet wykluczają pewne wersje tych modeli i dostarczają cennych wskazówek do budowania innych możliwych rozszerzeń MS. Oczywiście w budowaniu i badaniu takich nowych modeli nie należy kierować się jedynie wynikami z LHC. Bezsporna jest konieczność zgodności z wszystkimi istniejącymi danymi doświadczalnymi oraz matematyczna spójność. Niezwykle istotne jest również kierowanie się możliwością rozwiązania wymienionych wyżej problemów MS.

Głównym celem zaproponowanego w tym projekcie programu badawczego jest poszukiwanie rozszerzeń MS zgodnie z opisanymi wyżej zasadami. Centralnym zagadnieniem naszych badań będzie problem Ciemnej Materii. Chcemy go też powiązać z problemem pochodzenia skali elektroślabej oraz z możliwymi uogólnieniami teorii oddziaływań grawitacyjnych. Otrzymane wyniki pozwolą na lepsze zrozumienie perspektywy następnych możliwych odkryć dotyczących fizyki cząstek i budowy Wszechświata.