

Wielki Zderzacz Hadronów (ang. Large Hadron Collider - LHC), znajdujący się w Genewie akcelerator protonów, dokonał w 2012 roku przełomowego odkrycia bozonu Higgsa – ostatniego brakującego elementu Modelu Standardowego fizyki cząstek elementarnych. Model Standardowy, mimo że jest jedną z najdokładniej potwierdzonych teorii w dziejach ludzkości, nie odpowiada mimo wszystko na wiele ważnych pytań dotyczących wszechświata. Jednym z nich jest na przykład pytanie o naturę materii, istnienie której zostało potwierdzone przez liczne obserwacje kosmologiczne. Model Standardowy nie obejmuje również grawitacji, a z rozważań teoretycznych wynika, że może mieć ona destrukcyjny wpływ na przewidywania tego modelu. Wiele argumentów wskazuje więc na konieczność istnienia bardziej fundamentalnej teorii rozszerzającej Model Standardowy, która może być potencjalnie zaobserwowana w LHC lub innych eksperymentach.

Jak dotychczas jednak ani LHC, ani inne eksperymenty nie znalazły przekonujących przesłanek za istnieniem takiej teorii. Powstaje więc pytanie, jakie niesie to skutki dla problemu ciemnej materii i innych zagadek wynikających z Modelu Standardowego. Jak można w efektywny sposób połączyć wnioski z wielu różnych eksperymentów, aby lepiej zrozumieć, które nowe teorie mają szanse wyjaśnienia tych kwestii? Odpowiedź na te pytania stanowi główny cel niniejszego projektu.

Dwa ważne wyzwania stoją na drodze do tego celu. Po pierwsze, współczesne eksperymenty są niezwykle złożone i interpretacja ich wyników wymaga szczegółowej wiedzy i jest bardzo czasochłonna. Po drugie, istnieje wiele teorii będących potencjalnym rozszerzeniem Modelu Standardowego. Wszystkie one muszą zostać zbadane poprzez skonfrontowanie z wynikami eksperymentów. Te wyzwania będą zaatakowane przy użyciu najnowszych technik komputerowych, które będą rozwijane przez grupę stworzoną w ramach tego projektu. Na przykład, rozwinięta zostanie hybrydowa metoda łącząca rachunki numeryczne i analityczne, która będzie pozwalała na obliczenie prawdopodobieństwa produkcji nowych cząstek z dużą dokładnością w czasie o trzy do czterech rzędów wielkości krótszym, niż obecnie stosowane metody.

Wykorzystując narzędzia rozwijane w tym projekcie, będziemy najpierw poszukiwać sygnałów nowej fizyki w danych zebranych już w LHC. Obecnie, fizycy eksperymentalni analizują dane zadając pytanie, czy ta konkretna sygnatura jest obecna w danych. Łatwo jednak wyobrazić sobie sytuację, gdy sygnały nowej fizyki nie przystają zupełnie do naszych wstępnych wyobrażeń na ich temat. Zamiast tego podejścia proponujemy metodę poszukiwania niezgodności danych doświadczalnych i przewidywań teoretycznych, która nie będzie wymagała wielu wstępnych założeń. Takie podejście będzie bardziej skuteczną i niezależną od konkretnych modeli metodą, odpowiednią na obecnym etapie eksperymentów w LHC.

W drugiej części projektu, zajmiemy się eksploracją niezliczonych nowych modeli próbujących wyjaśnić fizykę poza Modelem Standardowym. Będziemy w tym celu próbkować przestrzeń parametrów tych modeli i porównywać ich przewidywania z najnowszymi wynikami eksperymentalnymi. To zadanie wymaga stworzenia bądź rozwinięcia nowych narzędzi komputerowych, które pozwolą łatwo interpretować wyniki doświadczeń w ramach konkretnych nowych teorii. Będzie to wymagało dogłębnego zrozumienia zarówno skomplikowanych zagadnień eksperymentalnych, jak i teoretycznych. Grupa warszawska włączy się w rozwój programu *MasterCode*, który powstaje we współpracy międzynarodowej zarówno teoretyków, jak i doświadczalników. W pierwszej kolejności, spróbujemy odpowiedzieć na pytanie, czy niedawno zaobserwowane niewielkie niezgodności między przewidywaniami teoretycznymi a doświadczeniami, mogą być wyjaśnione w zgodzie z ograniczeniami z LHC i innych eksperymentów.