

## **Nowe podejście do fizyki rozpraszania bozonów $W$ i $Z$ w eksperymencie CMS przy Wielkim Zderzaczu Hadronów**

Model Standardowy (SM) fizyki cząstek jest jak dotąd najdokładniej sprawdzoną i najlepiej potwierdzoną teorią w całej nauce. Wiadomo jednak, że nie jest on ostateczną teorią wszystkiego. Poza problemami teoretycznymi, to obserwacje astrofizyczne najwyraźniej pokazują potrzebę wyjścia poza SM do pełnego opisu Wszechświata. Poszukiwania sygnałów fizyki spoza SM należą do głównego nurtu badań przy Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC).

Niniejszy projekt wpisuje się w szerokie spektrum poszukiwań nowej fizyki prowadzonych zarówno przez ATLAS jak i CMS, dwa wielkie detektory cząstek pracujące przy LHC. Tematem projektu jest ponadmodelowe poszukiwanie pośrednich sygnatur fizyki spoza Modelu Standardowego (BSM) w oddziaływaniach bozonów  $W$  i  $Z$ , nośników oddziaływań słabych. Analiza zostanie wykonana na danych zebranych przez detektor CMS podczas planowanego Runu III LHC, mającego się rozpocząć w roku 2022. Rozpraszanie bozonów wektorowych (VBS), jak nazywają tę klasę procesów fizycy, jest szczególnie ciekawe ponieważ jest ono kluczem do zrozumienia mechanizmu Higgsa, który zapewnia, że cząstki elementarne mają masy. Jest ono czułe na własności już odkrytego bozonu Higgsa, jak również na istnienie jego hipotetycznych, cięższych kuzynów.

Istnieją dwie ogólne filozofie poszukiwań nowej fizyki. Jedną są bezpośrednie poszukiwania nowych cząstek. Taka obserwacja byłaby najbardziej przekonującym dowodem nowej fizyki. Nie ma jednak gwarancji, że te nowe cząstki są w zasięgu kinematycznym LHC. Z drugiej strony, fizyka kwantowa uczy, że istnienie nowych cząstek może również objawiać się pośrednio. W niniejszym projekcie przyjmujemy tę drugą filozofię, polegającą na szukaniu nowych oddziaływań pomiędzy znanymi cząstkami. Nowa fizyka może wpływać na znane procesy z SM, zmieniając ich częstości występowania lub kinematykę. To ważne, komplementarne podejście do poszukiwań nowej fizyki w LHC polega na precyzyjnych pomiarach procesów z SM i porównywaniu wyników z przewidywaniami. Wszelkie odstępstwa od SM można sparametryzować w sposób ponadmodelowy przy użyciu formalizmu matematycznego znanego jako efektywna teoria pola Modelu Standardowego (SMEFT). Niezależnie od natury podstawowej teorii, fenomenologię nowej fizyki można efektywnie opisać przy pomocy skończonego zbioru tzw. operatorów wyższego wymiaru. Są one interpretowane jako nowe oddziaływania, których siły (technicznie zwane współczynnikami Wilsona) są wyznaczone w pomiarach. Podobnie, zgodność pomiarów z SM tłumaczy się na górne granice siły hipotetycznych nowych oddziaływań.

Pośrednie poszukiwania nowej fizyki w języku SMEFT są już standardem w CMS. Jednakże w dotychczasowych pracach formalizm SMEFT nie był używany w sposób w pełni konsystentny, co ograniczało fizyczną interpretowalność wyników. Formalizm SMEFT posiada pewne techniczne ograniczenia, których trzeba pilnie przestrzegać przy analizie danych. W niniejszym projekcie proponujemy konkretne techniki analizy danych, które wychodzą naprzeciw tym potrzebom. Jeden problem dotyczy skończonego obszaru stosowalności formalizmu SMEFT. Stosownie do tego, obecna analiza została zaplanowana w taki sposób, żeby wszelkie wyniki numeryczne pochodziły wyłącznie z obszaru w którym SMEFT jest rzeczywiście stosowalna. Drugi problem dotyczy oddzielenia od siebie potencjalnych sygnałów od różnych operatorów, których fenomenologia może być zbliżona. Część rozwiązania leży w dokładnym zbadaniu sygnatur podłużnych i poprzecznych polaryzacji bozonów  $W$  i  $Z$  w stanie końcowym. Drugą częścią jest kombinacja danych z różnych procesów. Niezależnie od obserwacji nowej fizyki, bądź jej braku, wprowadzone ulepszenia dostarczą realistycznych wskazówek odnośnie natury nowej fizyki i będą służyły jako model dla przyszłych analiz, w szczególności w fazie High-Luminosity LHC.