

Celem niniejszego projektu jest przygotowywanie i uczestnictwo w pomiarach dotyczących precyzyjnych własności bozonów W, Z i Higgsa Modelu Standardowego w szczególności w rozpadach na leptony tau, które będą prowadzone przez eksperymenty LHC w oparciu o dane zebrane w latach 2015-2018 (tzw. Run II) w zderzeniach proton-proton przy energii w środku masy 13 TeV. Podstawowe analizy eksperymentalne będą dotyczyły pomiaru różniczkowych przekrojów czynnych szczególnie przy produkcji bozonów W i Z w stowarzyszeniu z dwoma jetami oraz pomiaru liczb kwantowych cząstki Higgsa (stanu CP) poprzez obserwację poprzecznych korelacji produktów rozpadu. Kontynuowane będą również precyzyjne pomiary masy W oraz kąta Weinberga. Przeprowadzenie tych pomiarów wymaga przygotowania przewidywań i narzędzi teoretycznych dla modelowania sygnału i tła z uwzględnieniem efektów spinowych oraz realistycznych możliwości obserwacji eksperymentalnych.

Prezentowany projekt jest przygotowany przez grupę badawczą złożoną z dwóch doświadczonych naukowców, oraz niedużej liczby młodszych pracowników naukowych i studentów. Kierownik projektu jest od wielu lat zaangażowany w eksperyment fizyki wysokiej energii, ATLAS przy akceleratorze LHC, i ma znaczące doświadczenie w zakresie fizyki bozonu Higgsa, precyzyjnych pomiarów oddziaływań bozonów W i Z oraz możliwości eksperymentalnych związanych z obserwacją leptonów tau. Drugi z doświadczonych naukowców jest teoretykiem, ekspertem w dziedzinie generatorów Monte Carlo i przewidywań fenomenologicznych dotyczących zderzaczy elektron-pozytron i proton-proton.

Planowane zadania badawcze reprezentują bardzo konstruktywne połączenie wysiłków w kierunku przygotowania pomiarów eksperymentalnych oraz przewidywań teoretycznych w formie pozwalającej na osiągnięcie odpowiedniej precyzji porównań pomiędzy eksperymentem i teorią. Wykorzystane zostaną nowoczesne metody uczenia maszynowego przy analizie danych jak również do przygotowania przewidywań teoretycznych w postaci wielowymiarowych wielkości mierzalnych. Członkowie zespołu opublikowali już prace na temat zastosowań metod uczenia maszynowego (tzw. Machine Learning) dla planowanej tematyki. Mają kontakty z wiodącymi ośrodkami zajmującymi się tą tematyką, w szczególności jeden ze współautorów ich pracy pracuje w wiodącej firmie rozwijającej ta nową technikę: Open Artificial Intelligence San Francisco USA. Planowana jest kontynuacja mniej bądź bardziej formalnej współpracy z WMI UJ oraz takimi ośrodkami jak Uniwersytet Berkeley, Uniwersytet Bonn, Budker Institute Novosibirsk. Kierownik projektu prowadzi zajęcia dla studentów WFAiS UJ z tematyki związanej z zastosowaniem uczenia maszynowego do analizy danych (tzw. Data Science).

Urządzenia badawcze, takie jak LHC w laboratorium CERN, jak również przyszłe akceleratory fizyki wysokich energii, mają umożliwiać dokonywanie przełomowych odkryć dla zrozumienia podstawowych składników budowy materii oraz ich oddziaływań. Odkrycia dotyczące cząstek elementarnych mogą przyczynić się do wyjaśnienia ważnych problemów dotyczących budowy wszechświata (przewaga materii nad antymaterią, ciemna materia, ciemna energia itp.), a tym samym mieć znaczący wpływ na dalszy rozwój astrofizyki i kosmologii. Wyniki, które planujemy uzyskać w wyniku realizacji tego projektu będą bardzo istotne dla potwierdzenia własności sektora Higgsa w Modelu Standardowym oraz innych elementów dynamiki twardych procesów. Mogą się okazać bardzo istotne dla eksperymentalnej obserwacji "nowej fizyki" w LHC lub przyszłych akceleratorach fizyki wysokich energii. Ostatnio okazuje się że bardzo istotne jest wykorzystywanie technik tzw. Machine Learning (ML) zarówno przy analizie eksperymentalnej jak również przygotowywaniu przewidywań teoretycznych dotyczących możliwości obserwacyjnych eksperymentów. Zastosowania powinny również doprowadzić do wzbogacenia dostępnych nowych rozwiązań technologicznych w środowisku krakowskim, w zakresie zastosowań technik ML.