

Badanie fizyki Modelu Standardowego w zderzeniach proton-proton przy energii 13 TeV

W celu badań nad fundamentalnymi procesami przyrody oraz nad budową otaczającego nas świata, naukowcy pracujący w międzynarodowym eksperymencie ATLAS zbudowali detektor o niespotykanych rozmiarach i złożoności. Detektor ten używany jest do badania zderzeń proton-proton dostarczanych przez Wielki Zderzacz Hadronów, najpotężniejszy akcelerator na świecie działający w europejskim ośrodku badawczym CERN. Detektor ATLAS, o długości 44 m i wysokości 25 m, jest jednym z najbardziej skomplikowanych detektorów, jakie kiedykolwiek zbudowano dla potrzeb fizyki cząstek elementarnych. Został on zbudowany dzięki wysiłkowi ponad 3000 naukowców ze 174 instytucji badawczych z 38 państw. Polscy naukowcy brali udział w tym światowym przedsięwzięciu i od chwili „narodzin” eksperymentu w 1990 roku są pełnoprawnymi członkami współpracy ATLAS.

Pierwszy okres działania Wielkiego Zderzacza Hadronów dostarczył zderzeń proton-proton o energiach w układzie środka masy do 8 TeV (8 tera elektronowoltów) i zakończył się na początku 2013 r. W czerwcu 2015 r., akcelerator rozpoczął kolejny okres działania, przy prawie dwukrotnie wyższej energii, 13 TeV, oraz podwojonej częstości zderzeń protonów. Tak wysokie energie, najwyższe dostępne w warunkach laboratoryjnych, pozwalają na badanie struktury mikroświata na odległościach rzędu 10^{-13} m. Otwiera to nowe perspektywy dla fizyki cząstek elementarnych oraz dla przyszłych odkryć. Pierwszy okres działania akceleratora, to niewątpliwy sukces Modelu Standardowego, teorii opisującej fundamentalne składniki materii i ich oddziaływania. Uwieńczeniem tego sukcesu było odkrycie przez eksperymenty ATLAS i CMS bozonu Higgsa, cząstki o masie 125 GeV. Cząstka ta jest najprostszą manifestacją mechanizmu nadającego masę cząstkom elementarnym i ostatnią brakującą cegiełką Modelu Standardowego. Zwiększona moc akceleratora pozwala na bardziej precyzyjne pomiary bozonu Higgsa i obserwacje jego rzadkich rozpadów. Pozwala też na znalezienie nawet najmniejszych odchyleń od przewidywań Modelu Standardowego. Pomimo że Model Standardowy z dużą precyzją opisuje dotychczas uzyskane wyniki doświadczalne, pozostaje teorią niekompletną i poszukiwania efektów wychodzących poza ten model są ciągle prowadzone.

Program naukowy eksperymentu ATLAS, wykorzystujący wyjątkowy potencjał aparatury badawczej, obejmuje zarówno weryfikację Modelu Standardowego fizyki cząstek elementarnych, jak i poszukiwania nowych efektów. Aparatura eksperymentalna została ostatnio zmodernizowana, a uczestnicy współpracy ATLAS wraz z grupą polskich badaczy rozpoczęli już eksplorację nowej niezbadanej enklawy zderzeń proton-proton.

W ramach tego projektu, polscy członkowie współpracy ATLAS z IFJ PAN i z WFiIS AGH ściśle współpracującego z grupą z IF UJ, zamierzają kontynuować udział w realizacji programu naukowego eksperymentu ATLAS. Zadania planowane w tym projekcie wykorzystują zwiększony potencjał akceleratora i detektora ATLAS. Powinny więc wnieść istotny wkład do programu badań eksperymentu ATLAS, a tym samym do dalszego rozwoju fizyki cząstek elementarnych. Badania, realizowane przez polskie grupy, dotyczą następujących zagadnień fizycznych: testowanie elektroslabego sektora Modelu Standardowego w oparciu o precyzyjne pomiary produkcji bozonów W i Z ; testowanie sektora silnych oddziaływań Modelu Standardowego (Chromodynamiki Kwantowej) w oparciu o pomiar własności najcięższego kwarka top ; oraz weryfikacja opisu nieperturbacyjnej Chromodynamiki Kwantowej poprzez pomiary procesów o małym przekazie czteropędu i ich korelacji z procesami o dużych transferach czteropędu. Badania te będą wspomagane przez udział zespołu w pracach związanych z przygotowaniem i rekonstrukcją danych, w szczególności dotyczących precyzyjnego opisu geometrii wewnętrznego detektora eksperymentu ATLAS, optymalizacji i rozwoju algorytmów do analizy danych, dostosowanych do wyższej energii akceleratora LHC i zwiększonej częstości zderzeń wiązek protonowych, oraz weryfikacji generatorów Monte Carlo używanych w analizach współpracy ATLAS. Ponadto, wykonawcy projektu będą uczestniczyli w obsłudze i zapewnieniu poprawnego działania podsystemów detektora wewnętrznego oraz systemu wyzwalania i akwizycji danych, układów które były zaprojektowane, wykonane i są w sposób ciągły rozwijane przez polskich uczestników współpracy.