

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Wielki zderzacz hadronów (Large Hadron Collider) LHC w ośrodku Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN w Genewie jest największym zbudowanym dotychczas przyspieszaczem cząstek. Umożliwia nam badanie struktury materii i oddziaływań jej fundamentalnych składników z niedostępną wcześniej precyzją. W lipcu 2012 dwa działające przy LHC zespoły badawcze, ATLAS i CMS, przedstawiły wyniki potwierdzające istnienie tzw. bozonu Higgsa. Istnienie tej cząstki było przewidywane od ponad 50 lat i jej odkrycie stanowiło ostateczne potwierdzenie słuszności i spójności tzw. Modelu Standardowego – rozwijanej od pół wieku teorii opisującej wszystkie znane nam cząstki elementarne i ich oddziaływania (za wyjątkiem grawitacji, która nie jest istotna w mikroświecie). Mimo to wierzymy, że Model Standardowy nie jest pełną i ostateczną teorią. Nie wszystkie zjawiska mogą być w nim opisane i wyjaśnione, jak choćby istnienie Ciemnej Materii, masy neutrin czy też obserwowana asymetria między materią i antymaterią we wszechświecie.

Model Standardowy można poprawiać, rozszerzać na wiele różnych sposobów, przy czym większość zaproponowanych teorii przewiduje istnienie nowych cząstek lub oddziaływań. Wiele takich teorii, w szczególności tzw. modele supersymetryczne, sugeruje, że nowe cząstki powinny mieć masy rzędu TeV (około tysiąc razy większe niż masa protonu), w zakresie energii dostępnym w LHC. Niestety, do tej pory żaden taki stan nie został w LHC zaobserwowany. Poszukiwane cząstki mogą być bardziej masywne, ale możliwe też, że nie podlegają oddziaływaniom silnym, oddziaływaniom wiążącym kwarki i gluony w protonach zderzających się w LHC. W takim przypadku, stany te nie są łatwo produkowane w zderzeniach proton-proton i musimy rozważyć inne możliwości ich poszukiwania.

Zderzacz liniowy CLIC (Compact Linear Collider) jest uważany za jeden z najbardziej dojrzałych i obiecujących projektów następnej dużej infrastruktury badawczej w CERN. Jest komplementarny do LHC, gdyż zderza elektrony i pozytony, cząstki podlegające wyłącznie oddziaływaniom elektromagnetycznym i słabym (w przeciwieństwie do LHC, gdzie dominują oddziaływania silne). Powoduje to, że w wielu rozważanych teoriach cząstki, które nie mogą być zaobserwowane w LHC powinny zostać odkryte w CLIC. Głównym celem przedstawionego projektu jest analiza tego typu modeli i przedstawienie szczegółowych wyników opisujących potencjał akcelerator CLIC w pomiarze możliwych sygatur procesów wykraczających poza Model Standardowy. Szczegółowa analiza możliwości badawczych akcelerator CLIC jest niezbędna dla podjęcia decyzji o przyszłości CERN, planujemy przygotować odpowiednie wyniki jako przyczynek do kolejnej aktualizacji europejskiej mapy drogowej dla fizyki cząstek (European Strategy for Particle Physics), która planowana jest w roku 2020.

Planujemy przeanalizować dostępne modele teoretyczne i porównać ich przewidywania z dostępnymi ograniczeniami doświadczalnymi, a następnie wybrać do szczegółowej analizy trzy modele, które mogą być badane w CLIC. Dla tych modeli przeprowadzona będzie szczegółowa symulacja procesu oddziaływania elektron-pozyton, oddziaływań wyprodukowanych cząstek w detektorze oraz odpowiedzi aparatury. Dane uzyskane w wyniku symulacji zostaną następnie poddane tzw. rekonstrukcji, polegającej na identyfikacji poszczególnych cząstek, pomiarze ich pędów i energii. Przetwarzanie dużych próbek danych jest bardzo czasochłonne, ale może zostać wydajnie przeprowadzone z wykorzystaniem rozproszonych zasobów komputerowych dostępnych dla użytkowników CERN z europejskiej European Grid Infrastructure (EGI) i amerykańskiej Open Science Grid (OSG). Następnie, w oparciu o wyniki rekonstrukcji, przygotowane będą dedykowane kryteria selekcji umożliwiające odróżnienie przypadków „sygnału”, procesów „nowej fizyki” wykraczającej poza Model Standardowy i przypadków „tła” (wszystkie procesy obecnie opisywane przez Model Standardowy). Najefektywniejsze algorytmy selekcji mogą być oparte na metodach uczenia maszynowego (machine learning).