

## **POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)**

Eksperyment CMS (Compact Muon Solenoid) jest jednym z dwóch eksperymentów ogólnego przeznaczenia przy Wielkim Zderzaczu Hadronów (ang. Large Hadron Collider – LHC) w laboratorium CERN usytuowanym pod Genewą w Szwajcarii. Ze względu na duże energie zderzanych protonów oraz dużą intensywność zderzeń konieczny jest system selekcji przypadków nazywany trygerem. W eksperymencie CMS system ten jest dwustopniowy. W ramach pierwszego stopnia selekcji, realizowanego w dedykowanym systemie opartym o specjalnie w tym celu zaprojektowaną elektronikę odnajdywane są szczególnie interesujące wysokoenergetyczne przypadki, w oparciu o zgrubną rekonstrukcję danych z systemu mionowego, oraz z kalorymetrów detektora. Maksymalna częstotliwość wyzwoleń na tym poziomie wynosi 100 kHz. Przypadki wyselekcjonowane przez pierwszy stopień trygera są poddawane dalszej selekcji w stopniu drugim. Odbywa się ona w wieloprocesorowym systemie komputerowym, z użyciem pełnej rozdzielczości wszystkich detektorów. Wybrane tu zdarzenia są zapamiętywane i przeznaczone dla dalszych analiz fizycznych, przeprowadzanych poza czasem zbieraniem danych.

Najważniejszym dotychczasowym rezultatem fizycznym eksperymentu CMS jest odkrycie (wspólnie z eksperymentem ATLAS) poszukiwanej od pół wieku cząstki Higgsa. Odkrycie to przyczynia się do zrozumienia mechanizmu nadawania masy obiektom fundamentalnym. W bieżącym roku (2015) nastąpiło ponowne uruchomienie LHC po przerwie technicznej koniecznej dla modernizacji podukładów akceleratora. Uzyskane zwiększenie energii jak i (od roku 2016) świetności LHC umożliwi eksperymentowi CMS dalszą realizację szerokiego programu badawczego, pod warunkiem jednak daleko posuniętej modernizacji układu wyzwalania detektora. Czyste i efektywne wyzwalanie na miony jest jednym z największych atutów eksperymentu CMS, zaś zespół polski z Warszawy odgrywa w tym zakresie ważną rolę, jako że zbudowała i zapewnia sprawne działanie jego części, czyli systemu wyzwalania pierwszego stopnia na miony (PACT). W latach 2010-2013 i 2015 system ten działał bardzo dobrze.

Obecnie grupa warszawska bierze udział w przebudowie mionowego systemu wyzwalania detektora, wnosząc istotny wkład w rozwój potencjału badawczego eksperymentu. Jest odpowiedzialna za proces modernizacji układu w pośrednim obszarze detektora, na styku części centralnej i pokryw. W ramach projektu badawczego NCN (nr 240373) „Nowy mionowy system wyzwalania detektora Compact Muon Solenoid (etap I, 2014-2016)“, który kończy się w lipcu 2016 r, zaprojektowaliśmy oraz częściowo (zgodnie z projektem) wyposażyliśmy wstępną wersję tego układu. Zbudowany przez nas system zarejestrował już pierwsze miony. Niniejszy wniosek ma na celu finansowanie projektu będącego drugim dwuletnim etapem (2016-2018) omawianego przedsięwzięcia. W jego ramach wnioskujemy o dokonanie uzupełniających zakupów aparatury, planujemy dalszą pracę nad optymalizacją układu, a przede wszystkim chcemy wykorzystać utworzone w pierwszym etapie przedsięwzięcia algorytmy i aparaturę, do realizacji programu fizycznego eksperymentu CMS, co jest głównym celem tego projektu.

Nowy mionowy system wyzwalania w obszarze pośrednim detektora oparty jest na koncepcji wykorzystania w procesie selekcji przypadków informacji ze wszystkich typów detektorów mionowych. Utworzony przez nas algorytm porównuje zarejestrowany tor mionu z zestawem przygotowanych wzorców umożliwiając określenie parametrów kinematycznych zarejestrowanego obiektu. Głównym elementem aparatury w zbudowanym systemie jest płyta trygera z pojemnym programowalnym procesorem, w którym algorytm selekcji jest zaprogramowany. Przygotowanie i optymalizacja algorytmów dla obszaru przejściowego detektora obejmuje część symulacyjną, część implementacyjną oraz część testową. Do poprawnego działania systemu potrzebne są też programy do konfiguracji i kontroli sprzętu oraz analizy danych. Wstępne wersje wszystkich powyższych programów utworzone zostały w pierwszej części przedsięwzięcia. Konieczny jest jednak ich dalszy rozwój, zapewnienie kontroli i funkcjonowania sprzętu oraz analiza danych w celu badania i utrzymania ich wysokiej jakości. O ile kontrola i zbieranie danych odbywać się ma w środowisku CMS, to dalszy rozwój oprogramowania powinien mieć miejsce w dedykowanym środowisku testowym, w hali testów CMS.

Omawiany nowy system wyzwalania zastąpi istniejące systemy, w tym PACT, już w roku 2016. Proponowany projekt, umożliwia kontynuację wkładu Polski do budowy systemu wyzwalania detektora. Proponowane badania przekładają się bezpośrednio na możliwość kontynuacji zbierania danych przez eksperyment CMS z najlepszą selektywnością i efektywnością w ostrzejszym rygorze badawczym zadanym przez zmodernizowany akcelerator LHC. Opracowane algorytmy oraz uruchomiony układ będą bezpośrednio wykorzystywane we wszystkich kanałach fizycznych z mionami w stanie końcowym. Ma to szczególne znaczenie dla kontynuacji badań nad cząstką Higgsa i jej własnościami. Proponowane badania umożliwiają fizykom i elektronikom polskim uczestniczenie w tych pionierskich odkryciach oraz podkreślają istotny wkład nauki polskiej do międzynarodowej współpracy badawczej.