

Eksperyment CMS (Compact Muon Solenoid) jest jednym z czterech wielkich eksperymentów działających przy Wielkim Zderzaczu Hadronów (ang. Large Hadron Collider – LHC) w laboratorium Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych - CERN usytuowanym pod Genewą w Szwajcarii. Akcelerator Wielki Zderzacz Hadronów, jedno z największych urządzeń badawczych na Ziemi, znajduje się w podziemnym tunelu o kształcie okręgu o długości 27 km. W tunelu umieszczone są rury w których, z prędkością bliską prędkości światła, poruszają się paczki protonów. Paczki protonów zderzają się ze sobą w czterech punktach. W miejscu zderzeń są umieszczone detektory: ATLAS, CMS, LHCb oraz ALICE mające na celu rejestrację wszystkich cząstek, które powstają w wyniku zderzeń. LHC został uruchomiony w 2008 roku, a jego praca jest podzielona na etapy pomiędzy którymi są zaplanowane przerwy przeznaczone na zwiększanie wydajności zderzacza i eksperymentów, w szczególności natężenia zderzeń proton-proton, których dostarcza akcelerator. 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 latach 2022 – 2024 będzie przebiegał trzeci etap (ang. Run 3) pracy zderzacza, po czym nastąpi trzyletnia przerwa przeznaczona na znaczne podniesienie wydajności LHC. W roku 2027 jest zaplanowane rozpoczęcie czwartego etapu działania LHC. Omawiany Projekt jest elementem programu zwiększenia potencjału badawczego eksperymentu CMS i przygotowania go do pracy po 2027 roku. Celem Projektu jest rozbudowa części układu detekcyjnego CMS nazywanej trygerem (ang. trigger). Tryger, inaczej układ wyzwalania, to pierwszy etap przetwarzania danych zarejestrowanych przez detektor CMS. Ilość tych danych jest tak duża, że nie ma możliwości ich zapisania na dyskach komputerowych i konieczna jest wielostopniowa selekcja. Zderzenia w LHC zachodzą z częstością 40 MHz. W czasie etapu trzeciego działania LHC jedynie 100 kHz danych będzie akceptowane na pierwszym stopniu układu wyzwalania detektora CMS i przekazywane do dalszej selekcji. Na dyski komputerowe będzie zapisywanie finalnie jedynie około 1000 Hz danych. Rozbudowa detektora CMS do etapu czwartego zakłada 7.5 raza zwiększenie częstości danych akceptowanych przez układ wyzwalania: do 750 kHz na pierwszym etapie, oraz do 7.5 kHz na ostatnim. Większa ilość zapisanych danych pozwala na badanie zjawisk które mają małe prawdopodobieństwo zajścia.

Niniejszy wniosek ma na celu finansowanie prac nad rozwojem algorytmów używanych na pierwszym etapie układu wyzwalania. Projekt będzie realizowany w Warszawskim zespole eksperymentu CMS – grupie fizyków i inżynierów którzy od początku istnienia eksperymentu CMS odpowiadają za element układu wyzwalania dedykowany wykrywaniu mionów powstających zderzeniach protonów w LHC. Istniejące algorytmy, rozwijane do tej pory w przez zespół Warszawski, są za mało wydajne by sprostać wymaganiom stawianym przez LHC na czwartym etapie działania. Nowe algorytmy będą używały najnowszych metod analizy danych – tzw. uczenia maszynowego, oraz korzystały z dodatkowych danych wejściowych, które będą dostępne dzięki rozbudowie innych elementów pierwszego stopnia układu wyzwalania.

Proponowane badania przekładają się bezpośrednio na możliwość kontynuacji zbierania danych przez eksperyment CMS z najlepszą selektywnością i efektywnością w ostrzejszym rygorze badawczym zadany przez zmodernizowany akcelerator LHC. Opracowane algorytmy będą bezpośrednio wykorzystywane we wszystkich kanałach fizycznych z mionami w stanie końcowym. Ma to szczególne znaczenie dla kontynuacji badań nad własnościami cząstki Higgsa. Proponowane badania umożliwiają fizykom i elektronikom polskim uczestnictwo w tych pionierskich odkryciach oraz podkreślają istotny wkład nauki polskiej do międzynarodowej współpracy badawczej.