

[Cel Projektu]

Jednym z tak zwanych "Wielkich Eksperymentów" z zakresu fizyki cząstek elementarnych, które działają przy zderzaczach protonów LHC (Large Hadron Collider) jest eksperyment LHCb (Large Hadron Collider beauty). Eksperyment ten, w odróżnieniu od pozostałych, poszukuje ładów Nowej Fizyki, badając niezwykle rzadkie procesy rozpadu cząstek nazywanych mezonami pi kami i powabnymi. Nazwy te pochodzą od kwarków, które wchodzi w skład badanych mezonów.

Cel przedstawionego projektu związany jest z typowym cyklem życia tego typu eksperymentu fizycznego - najpierw fizycy projektują urządzenie badawcze (detektor), które jest niezbędne do prowadzenia prac do wiadczaalnych, następnie nadchodzi faza konstrukcji oraz uruchomienia detektora i zbierania danych. W tym momencie rozpoczyna się kolejny cykl projektowy mający na celu modernizację istniejącego detektora i rozszerzenie programu fizycznego. W chwili obecnej trwa nieprzerwanie zmodernizowanie spektrometru LHCb, dzięki czemu będzie mógł kontynuować prace do wiadczaalne po roku 2019. Zaproponowany projekt zawiera listę zadań związanych z tworzeniem oprogramowania dla wybranych układów detekcji zmodernizowanego spektrometru oraz uczestnictwa w projektowaniu przyszłościowych układów zdolnych do precyzyjnej obserwacji torów cząstek naładowanych, które mogłyby zostać wykorzystane zarówno w do wiadczaalne fizyce cząstek jak również w innych dziedzinach stosowanych (np. medycynie). Należy podkreślić, że włączenie się grupy z AGH na tym etapie prac projektowych jest absolutnie konieczne, gdyż zapewni to stronie polskiej możliwość uczestniczenia w badaniach prowadzonych przy użyciu zmodernizowanego detektora LHCb. Ponadto uczestnictwo w tych pracach zapewni utrzymanie prestiżowej roli grupy z AGH w Kolaboracji LHCb.

[Badania podstawowe przewidziane w projekcie]

Zadania, których pragnie podjąć się grupa z AGH, dotyczą udziału w tworzeniu aparatury badawczej. Można podzielić je ogólnie na dwie grupy - tworzenie oprogramowania niezbędnego do poprawnego działania zmodernizowanego eksperymentu LHCb oraz uczestnictwo w eksperymentach testowych (tak zwany test beam) mających na celu badanie oraz ocenę przydatności nowych technologii z zakresu pozycjoczułych detektorów krzemowych dla przyszłych eksperymentów fizyki wysokich energii oraz innych dziedzin stosowanych (na przykład wspomniana już powyżej diagnostyka medyczna). Oprogramowanie, które mamy zamiar zaprojektować i zaimplementować będzie miało krytyczny wpływ na możliwość poprawnego działania zmodernizowanego eksperymentu LHCb.

Pakiet do modelowania zjawisk związanych z oddziaływaniami cząstek naładowanych z sensorami krzemowymi stanowi niezbędny element symulacji rekonstrukcji torów cząstek. Plan fizyczny LHCb opiera się na precyzyjnej rekonstrukcji torów cząstek, która jest niezbędna do wykonywania subtelnych pomiarów asymetrii pomiędzy materią i antymaterią. Platforma oprogramowania do emulacji, kalibracji oraz monitorowania krzemowych sensorów pikselowych VELO II (VELO - Vertex Locator - detektor wierzchołka, którego zadaniem jest znajdowanie punktów produkcji oraz rozpadu cząstek) jest kolejnym przykładem kluczowego wkładu do konstrukcji nowoczesnego spektrometru LHCb. Bez oprogramowania tego typu nie będzie możliwe użycie nowego detektora wierzchołka podczas zbierania danych. Uczestnictwo w eksperymentach testowych jest również jednym z najważniejszych oraz prestiżowych zadań, jakich grupa wchodzi w skład Współpracy LHCb i musi podjąć. Eksperymenty testowe organizowane są w celu zbadania nowych typów detektorów oraz testowaniu elektronicznych układów odczytu. Są one najlepszym sposobem wprowadzenia doktorantów oraz magistrantów w problematykę związaną z przygotowaniem oraz prowadzeniem eksperymentu z zakresu fizyki cząstek. Studenci uczestniczą w przygotowaniu toru pomiarowego oraz oprogramowania do zbierania oraz analizy danych.

[Motywacja]

Eksperymenty fizyczne pracujące przy akceleratorze LHC mają swoje bardzo specyficzne wymagania. Przede wszystkim podstawą działalności naukowej jest urządzenie zbierające dane - detektor. W przypadku "Wielkich Eksperymentów" (np. LHCb) jest to urządzenie posiadające wiele podzespołów (np. takich jak detektor wierzchołka VELO), które muszą być nadzorowane i obsługiwane przez wysokiej klasy ekspertów. W pewnym sensie, każdy z tych podzespołów składowych stanowi jak gdyby mniejszy eksperyment działający w ramach LHCb. Zespoły ekspertów wybierane spośród osób uczestniczących we Współpracy LHCb. W skład grupy z AGH wchodzi wiodący ekspert w zakresie symulacji i modelowania zjawisk oddziaływania promieniowania jonizującego z krzemem, emulacji elektronicznych układów odczytu, kalibracji oraz monitorowania pracy detektorów krzemowych. Członkowie grupy z AGH od wielu lat biorą udział w przygotowaniach oraz prowadzeniu eksperymentów testowych. Kontynuacja oraz rozszerzenie tej działalności w przypadku modernizacji układu detekcyjnego eksperymentu LHCb jest absolutnie konieczna do utrzymania wiodącej roli grupy z AGH we Współpracy LHCb. Z drugiej strony udział w pracach na rozwój i unowocześnieniu aparatury eksperymentalnej jest jednym z podstawowych wymogów udziału w eksperymencie - innymi słowami - Kolaboracja LHCb wymaga od naszej grupy tego typu zaangażowania, dzięki czemu będziemy mogli uczestniczyć w przyszłości w analizie danych oraz publikacjach wyników fizycznych uzyskanych przez zmodernizowany spektrometr. Unikalna w skali naszego kraju wiedza zgromadzona przez członków grupy z AGH daje nam silną pozycję we Współpracy LHCb - zgłoszony wniosek jest niezbędny do utrzymania oraz rozwoju naszej grupy.

Prace nad rozwojem oprogramowania oraz testowaniem nowych technologii detekcji jest również niezwykle ważną w procesie kształcenia nowych kadr. Studenci mają okazję pracować w najlepszym na świecie laboratorium (CERN) i uczestniczyć w pracach dużych międzynarodowych grup naukowych. Poznają wiodące techniki programowania oraz projektowania przyrządów półprzewodnikowych. Ta działalność grupy z AGH, która dopełnia aktywnie związane z analizami fizycznymi, daje świetne perspektywy kariery i zatrudnienia poza polem fizyki wysokich energii dla studentów biorących udział w wymienionych pracach.