

**Nr umowy:** UMO-2022/45/B/ST2/00318

**Tytuł:** Poszukiwanie Nowej Fizyki w eksperymencie MUonE

## **Opis projektu**

Fundamentalne składniki materii oraz oddziaływania pomiędzy nimi opisywane są teorią nazywaną Modelem Standardowym, sformułowaną w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Za wyjątkiem postulatu zerowej masy neutrin, przewidywania Modelu Standardowego były potwierdzane w różnych eksperymentach na całym świecie przeprowadzanych w okresie ostatnich kilkudziesięciu lat. Wielkim sukcesem była obserwacja bozonu Higgsa na wielkim zderzaczu hadronów LHC w ośrodku CERN koło Genewy, ostatniego brakującego elementu postulowanego przez Model Standardowy. Wiemy jednak, że Model Standardowy pomimo swojego ogromnego sukcesu nie jest w stanie wytłumaczyć wszystkich obserwacji i dlatego jest traktowany jako efektywna teoria w skalach energii obecnie dostępnych dla eksperymentów. W szczególności wyniki badań astrofizycznych takich jak zniknięcie antymaterii i wynikająca z tego dominacja materii nad antymaterią we Wszechświecie czy natura ciemnej materii ciągle pozostają zagadkami do rozwiązania. Z tego względu poszukiwania bardziej uniwersalnej teorii trwają już od wielu lat. Zmierzona masa bozonu Higgsa oraz bezpośrednie poszukiwania produkcji cząstek spoza Modelu Standardowego na akceleratorze LHC sugerują, że skala energii bezpośredniej obserwacji cząstek spoza Modelu Standardowego jest znacznie wyższa niż zakładano. Z tego względu wzrosło znaczenie precyzyjnych pomiarów pośrednich mogących dostarczyć wskazówek na temat nowych teorii będących rozszerzeniem Modelu Standardowego w sposób alternatywny do badań na LHC. Przykładem badań zmierzających w tym kierunku jest eksperyment MUonE, którego przeprowadzenie planowane jest na akceleratorze SPS w CERN w latach 2023-2026. Program badawczy tego eksperymentu jest związany z pomiarem anomalnego momentu magnetycznego mionu. Obecne pomiary tej wielkości wskazują na rozbieżność w stosunku do przewidywań Modelu Standardowego. Aby potwierdzić tę wskazówkę w sposób ostateczny, konieczne jest poprawienie dokładności pomiaru tej wielkości wykorzystując proces elastycznego rozpraszania mionu na elektronie, który umożliwi dokładne oszacowanie poprawek hadronowych ograniczających precyzję przewidywań teoretycznych. Potwierdzenie tej rozbieżności byłoby ogromnym krokiem naprzód w poszukiwaniach zjawisk spoza Modelu Standardowego i sformułowaniu bardziej ogólnej teorii fundamentalnych zjawisk mikroświata. Program fizyczny eksperymentu MUonE obejmuje również poszukiwanie zjawisk Nowej Fizyki, takich jak kandydaci na ciemną materię w postaci tzw. dark photons, których istnienie przewiduje szereg modeli będących rozszerzeniem Modelu Standardowego. Wydaje się, że zjawiska powyższe mogą być z powodzeniem badane również w eksperymencie MUonE ze względu na czyste środowisko eksperymentalne oraz dużą liczbę przypadków, którą planuje się zebrać. Głównym celem projektu jest udział polskiej grupy eksperymentu MUonE z Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk w kluczowych pracach eksperymentu, zarówno podczas fazy projektowania, jak i podczas zbierania danych i ich analizy. Wkład zostanie wniesiony w rozwój systemu wyzwalań, opracowanie nowatorskiego oprogramowania do rekonstrukcji przypadków w czasie rzeczywistym, przygotowanie pełnej symulacji detektora i algorytmów jego pozycjonowania, udział w sesjach zbierania danych oraz monitorowania jakości napływających danych, badanie efektów systematycznych oraz wkład w przygotowanie narzędzi do analizy danych.