

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Odkrycie bozonu Higgsa, które jest kamieniem milowym w dążeniu do zrozumienia fundamentalnej natury Wszechświata, wymagało stworzenia jednego z najbardziej ambitnych projektów naukowych ludzkości - Wielkiego Zderzacza Hadronów (LHC). Pomimo tego wielkiego sukcesu, nagrodzonego w 2013 roku Nagrodą Nobla, wiemy, iż nadal wiele fundamentalnych pytań, takich jak pochodzenie ciemnej materii czy powód, dla którego Wszechświat zawiera wielokrotnie więcej materii niż antymaterii, pozostaje wciąż bez odpowiedzi. Dlatego europejska strategia dla fizyki cząstek elementarnych mówi jasno, iż "Największym Priorytetem Europy [w fizyce cząstek elementarnych] powinno być pełne wykorzystanie potencjału LHC ..." <sup>1</sup>, tak by móc odpowiedzieć na fundamentalne pytania dotyczące natury Wszechświata. Aby osiągnąć ten ambitny cel musimy nie tylko zapewnić doskonale działanie Wielkiego Zderzacza Hadronów oraz detektorów pracujących na wiązkach LHC, lecz również udoskonalać nasze metody pomiarowe, a także przewidywania teoretyczne i narzędzia fenomenologiczne.

Kluczowym narzędziem dla uzyskiwania przewidywań teoretycznych w LHC są tak zwane generatory przypadków Monte Carlo. Generatory te to swego rodzaju "wirtualne zderzacze hadronów", które "zderzają" wirtualne protony i produkują setki wirtualnych cząstek, bazując na fundamentalnych teoriach takich jak Model Standardowy. Produkty tych wirtualnych zderzeń można łatwo porównywać z prawdziwymi zderzeniami LHC, przez co jesteśmy w stanie weryfikować teorie zawarte w Generatorach Monte Carlo, jak i poszukiwać Nową Fizykę. I właśnie głównym celem proponowanego projektu jest poprawienie precyzji przewidywań generatorów Monte Carlo. Zostanie to zrealizowane poprzez ulepszenie opisu jednego z najbardziej zagadkowych zjawisk w zderzeniach hadronów czyli w jaki sposób kwarki i gluony, które są produkowane w zderzeniach LHC, a których swobodnie nie obserwujemy w przyrodzie, przekształcają się w hadrony (czyli cząstki, które są nam dobrze znane takie jak protony). Proces ten nazywamy hadronizacją, a teorię, która opisuje te zjawisko chromodynamiką kwantową. Niestety chromodynamika kwantowa ma bardzo skomplikowaną strukturę, która właściwie nie pozwala nam na przeprowadzenie dokładnych obliczeń dla procesu hadronizacji. W związku z tym tworzymy modele tego procesu, które są dopasowywane do danych eksperymentalnych. W proponowanym projekcie zostanie zastosowane wiele inowacyjnych metod, włączając w to metody uczenia maszynowego (tzw. Machine Learning), by właśnie ulepszyć opis hadronizacji i przez to poprawić precyzję Generatorów Monte Carlo.

Prezentowany projekt jest przygotowany przez kierownika tego przedsięwzięcia, który jest ekspertem w dziedzinie generatorów Monte Carlo mającym kontakty z wiodącymi naukowcami zajmującymi się tą tematyką. Między innymi jest jedynym Polakiem będącym członkiem europejskiej sieci MCnet, która zrzesza ekspertów w tej dziedzinie. W ramach projektu planowane jest stworzenie pierwszej grupy w Polsce zajmującej się modelowaniem miękkiej fizyki w zderzeniach hadronów w ramach Generatorów Monte Carlo. Wyniki prac grupy będą publicznie dostępne w postaci programu komputerowego – wirtualnego zderzacza hadronów o nazwie Herwig oraz w postaci publikacji w renomowanych czasopismach w dziedzinie fizyki wysokich energii.

---

<sup>1</sup>"Europe's top priority should be the exploitation of the full potential of the LHC..."