

## Tomografia hadronów: precyzyjne przewidywania fenomenologiczne w erze nowych eksperymentów

Mimo wielkiego sukcesu jaki odniósł opis oddziaływań silnych w języku chromodynamiki kwantowej, nadal nie jest jasne w jaki sposób skomplikowane oddziaływania kwarków i gluonów tworzą spin protonu i neutronu, czyli składników jądra atomowego. Prowadzone przez wiele lat badania w celu rozwiązania tego problemu skupiały się głównie na doświadczeniach z rozpraszaniem inkluzywnym, tzn. takich, w których rejestruje się własności tylko niektórych wyprodukowanych cząstek. W ostatnich latach dużym zainteresowaniem cieszą się także eksperymenty badające procesy ekskluzywne, w których przedmiotem pomiarów są własności wszystkich cząstek w stanie końcowym. Szczególnie interesujące jest badanie procesów ekskluzywnych, w których występuje duży parametr zwany twardą skalą. Stworzone do opisu takich procesów pojęcie uogólnionych rozkładów partonów (ang. *Generalized Parton Distributions*, GPDs), dostarczyło nowych metod dających nadzieję na lepsze zrozumienie struktury hadronów, umożliwiając między innymi tomografię hadronów, czyli trójwymiarowy opis ich struktury partonowej.

Pilotażowe pomiary procesów ekskluzywnych, głównie głębokonieelastycznego rozpraszania Comptona (ang. *Deeply Virtual Compton Scattering*) oraz głębokonieelastycznej produkcji mezonów (ang. *Deeply Virtual Meson Production*), przeprowadzone w laboratoriach JLab, DESY i CERN, oraz dwadzieścia lat rozwoju teorii, pozwoliły ugruntować opis oparty na formalizmie GPD. Pomiary procesów ekskluzywnych są obecnie jednym z najważniejszych elementów programów badawczych eksperymentów nowej generacji - tych już działających, jak Hall-A lub CLAS w JLab-ie i COMPAS-II w CERN-ie, oraz tych planowanych w przyszłości, jak zderzacz elektronów z jonami EIC (ang. *Electron Ion Collider*) i LHeC (ang. *Large Hadron Electron Collider*). Wszystkie te eksperymenty stawiają sobie za cel zebranie danych o bardzo dużej dokładności, co pociąga za sobą potrzebę dużo dokładniejszego niż dotychczas opisu teoretycznego procesów ekskluzywnych.

Głównym celem proponowanego programu badań jest stworzenie precyzyjnego opisu procesów ekskluzywnych oraz wydobyć z danych doświadczalnych informacji o własnościach rozkładów GPD. W tym celu zamierzamy: dokonać analizy wielu kanałów produkcji ekskluzywnej, zwiększyć precyzję analizy poprzez uwzględnienie poprawek nowego typu, opracować nowe modele rozkładów GPD spełniające więzy teoretyczne, wydobyć informację o GPD z użyciem fitów do danych eksperymentalnych.

Realizacja proponowanego programu badawczego wymaga połączenia analizy teoretycznej opartej na metodach kwantowej teorii pola z analizą danych doświadczalnych, oraz wykorzystania nowoczesnych technik numerycznych. Proponowane w projekcie zadania badawcze będą wykonane przy użyciu platformy PARTONS (ang. *PARTonic Tomography Of Nucleon Software*), która jest dedykowana opisowi procesów ekskluzywnych i kompleksowym studiom rozkładów GPD. Nasz zespół wykorzysta ponadto nowoczesne algorytmy komputerowe. Najważniejsze z nich to sztuczne sieci neuronowe, umożliwiające parametryzację skomplikowanych zagadnień w najbardziej bezstronny sposób, jak również algorytm genetyczny, który imituje znany w przyrodzie proces selekcji naturalnej w celu rozwiązania skomplikowanych problemów.