

**Nr umowy:** UMO-2019/33/B/ST2/02588

**Tytuł:** Odślaniając wielowymiarową strukturę partonową hadronów

### **Cel projektu**

Chromodynamika kwantowa (QCD) jest teorią oddziaływań silnych z kwarkowymi i gluonowymi polami elementarnymi. Kwarki i gluony (inaczej partony) mogą być kreowane z próżni, jak np. w zderzeniach  $e^+e^-$ , a także znajdują się wewnątrz hadronów, w których zachowują się jak prawie swobodne cząstki. Tę cechę tłumaczy asymptotyczna swoboda QCD. Nie w pełni wyjaśnionym problemem jest natomiast jak wygląda struktura kwarkowo-gluonowa hadronów, co jest związane z nierozwiązanym jak dotąd problemem uwiecznienia w QCD. Tym nie mniej, można badać ten problem poprzez starannie wybrane procesy ekskluzywne z twardą skalą, w których oddziaływania kwarkowo-gluonowe mogą być badane metodami perturbacyjnymi. Koniecznym do tego jest znajomość funkcji rozkładu kwarków i gluonów (PDFs) w hadronach. Są to nieperturbacyjne obiekty, których zależność od skali faktoryzacji jest obliczana metodami perturbacyjnymi QCD. Od czasu powstania QCD, został wykonany wielki wysiłek by wyznaczyć te rozkłady jako funkcje pędów i spinu partonów. W wyniku tego ujawniły się elementy struktury 3-wymiarowej PDFs z pędami podłużnymi i poprzecznymi. Precyzyjne poznanie tej struktury w celu dostarczenia przewidywań eksperymentalnych dla obecnych i przyszłych zderzaczy jest celem tego projektu

Większość przypadków w zderzeniach wysokoenergetycznych cząstek jest zdominowana przez procesy miękkie z małymi wartościami pędów, gdy metody perturbacyjne QCD nie znajduje zastosowania. Tym nie mniej, przy wysokich energiach, rośnie znacznie procesów półmiękkich z charakterystycznymi wartościami pędów, przy których można zastosować perturbację QCD. W takim przypadku, silna stała sprzężenia przyjmuje małe wartości, które zostają wzmocnione przez duże logarytmy energii dzielonej przez charakterystyczną skalę pędową. Muszą one być wysumowane, co prowadzi do obrazu silnie rosnących z energią rozkładów partonowych w hadronach. W takich układach partonowych pojawiają się nowe efekty jak nasycenia gęstości partonów. Pojawiają się one także przy niższych energiach w zderzeniach w udziałem jąder atomowych. Poszukiwanie efektów nasycenia partonowego w eksperymentach na obecnych i przyszłych zderzaczach przy pomocy przewidywań teoretycznych jest celem tego projektu.

Oddziaływania wielopartonowe to procesy występujące również w gęstych układach partonowych w hadronach i jądrach. Oznaczają one więcej niż jedno oddziaływanie pomiędzy partonami przypadające na jeden proces zderzenia cząstek. Oczekujemy, że istotne w takich procesach stają się korelacje pomiędzy partonami, opisywane przez rozkłady wielopartonowe. Są to bardziej skomplikowane obiekty niż rozkłady PDFs, gdyż zawierają informację o korelacji pędów i spinów partonów. W projekcie koncentrujemy się na rozkładach dwupartonowych (DPDFs). Są one uogólnieniem pojedynczych PDFs i pojawiają się przy opisie dwóch twardych zderzeń w jednym zderzeniu hadronów. Dobre zrozumienie

własności takich rozkładów, aby opisać zderzenia dwupartonowe w eksperymentach na obecnych i przyszłych zderzaczach jest celem tego projektu.