

Głównym tematem tego projektu jest badanie centralnej ekskluzywnej produkcji cząstek w zderzeniach proton-proton, $p + p \rightarrow p + X + p$. *Centralna produkcja* oznacza, że stan X jest odseparowany w przestrzeni od rozproszonych pod bardzo małymi kątami protonów, definiujących obszar produkcji „do przodu”. *Produkcja ekskluzywna* oznacza, że w procesie pomiarowym mierzymy wszystkie cząstki stanu X . Rozpraszanie elastyczne $p + p \rightarrow p + p$ opisujemy poprzez wymianę obiektu przenoszącego oddziaływanie. Może to być foton w przypadku oddziaływania elektromagnetycznego lub obiekt który nazywamy Pomeronom w przypadku oddziaływania silnego. Ponieważ oddziaływanie silne jest krótkozasięgowe Pomeron nie może być pojedynczym bezmasowym gluonem. W najprostszej postaci może to być para gluonów. Produkcję dodatkowych cząstek w obszarze centralnym opisujemy jako proces w którym oba protony niezależnie emitują obiekty pośredniczące w oddziaływaniu które to obiekty poprzez fuzję tworzą stan centralny X . Efektywnie zatem centralną ekskluzywną produkcję stanu X opisujemy jako proces fuzji: $\gamma + \gamma \rightarrow X$, $\gamma + \text{Pomeron} \rightarrow X$ lub $\text{Pomeron} + \text{Pomeron} \rightarrow X$. Proton może również wyemitować pośredniczący w oddziaływaniu mezon π dysocjując równocześnie w szybki barion (neutron lub Δ) tym samym zwiększając istotnie liczbę możliwych kombinacji obiektów pośredniczących. Pomeron i pion, oddziałując silnie, dominują w rozpraszaniu proton-proton oprócz procesów z bardzo małym transferem pędu między początkowym i rozproszonym protonem gdzie dominuje wymiana fotonu.

W zderzacach e^+e^- , np. LEP, Pomerony (piony) nie są emitowane i tylko fuzja $\gamma\gamma$ ma miejsce. W zderzeniach lepton-proton na akceleratorze HERA dodatkowo możliwe są procesy $\gamma\text{Pomeron}$ (pion). W zderzeniach proton-proton występują wszystkie trzy rodzaje procesów uzupełnione o możliwą zamianę Pomeronu na pion, chociaż fuzja PomeronPomeron dominuje oprócz produkcji stanów których liczby kwantowe wykluczają fuzję dwóch Pomeronów. Z tego powodu ekskluzywna produkcja par leptonów wymaga fuzji dwóch fotonów i stanowiła dużą część programu badań na zderzacach e^+e^- a została zaobserwowana w zderzacach proton-proton dopiero w 2007 ($X = e^+e^-$) i 2009 ($X = \mu^+\mu^-$). Ekskluzywna produkcja mezonów wektorowych ($X = \rho, \omega, \phi, J/\Psi, \Upsilon$) jest zabroniona w fuzji $\gamma\gamma$ i PomeronPomeron a była istotną częścią programu badawczego akceleratora HERA i zaobserwowana w zderzacach proton-proton dopiero w 2009 roku. Procesy z wiodącym neutronem były obserwowane w zderzacach lepton-hadron i hadron-hadron jedynie w kanale inkluzywnym.

Obecnie w czasie działania wielkiego zderzacza hadronów, LHC, w zderzeniach o energii w układzie środka masy układu proton-proton 13 TeV, otwiera się całkowicie nowy obszar badań stanów centralnych o dużych masach jak i kontynuacji badań stanów o małych masach z niespotykaną wcześniej precyzją. W procesach fuzji $\gamma\gamma$ spektrum produkowanych stanów rozciąga się do par bozonów W^+W^- , w fuzji $\gamma\text{Pomeron}$ do bozonów Z a w fuzji PomeronPomeron do par dżetów (skolimowanych strumieni hadronów) o dużych pędach poprzecznych a może nawet bozonu Higgosa ($p + p \rightarrow p + H + p$ bez produkcji żadnych innych cząstek)

Proponowany projekt dotyczy głównie dwóch odmiennych procesów: fuzji Pomeron-Pomeron do stanu o małej masie (głównie par lekkich mezonów lub rezonansów) oraz fuzji foton-foton prowadzącej do ekskluzywnej produkcji bozonów pośredniczących $WW/ZZ/ZW$. Wspólną cechą badanych procesów jest pomiar rozproszonych protonów w dedykowanych detektorach umieszczonych bardzo blisko wiązki LHC. Detekcja protonu umożliwia pełną rekonstrukcję badanych przypadków. W przypadku fuzji Pomeron-Pomeron badania ukierunkowane są na poszukiwanie nowych rezonansów np. tzw. glueballi, stanów związanych gluonów bez komponenty kwarkowej. Potwierdzenie istnienia i charakterystyka tego typu obiektu złożonego daje unikalną możliwość wglądu w naturę oddziaływań silnych ponieważ to samo-oddziaływanie bezmasowych gluonów odpowiada za masę tych hipotetycznych cząstek. Badania ekskluzywnej produkcji stanów o małej masie dostarczają ważnych informacji pomocnych w zrozumieniu formacji stanów ciężkich i bardziej złożonych jak dżety, bozony W/Z lub bozon Higgosa. Badania w obszarze fuzji foton-foton zorientowane są pomiarze ekskluzywnej produkcji par bozonów pośredniczących. Proces ten jest idealnym kanałem testowania przewidywań Modelu Standardowego oraz poszukiwania nowej fizyki poza Modelem Standardowym.