Głównym tematem tego projektu jest badanie centralnej ekskluzywnej produkcji cząstek w zderzeniach proton-proton, $p + p \to p + X + p$. *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 $p+p \to p+p$ opisujemy poprzez wymianę obiektu przenoszącego oddziaływanie. Może to być foton w przypadku oddziaływania elektromagnetycznego lub obiekt który nazywamy Pomeronem 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: $\gamma + \gamma \to X$, $\gamma + \text{Pomeron} \to X$ lub $\text{Pomeron} + \text{Pomeron} \to X$. Pomeron, oddziałując silnie, dominuje w rozpraszaniu proton-proton oprócz procesów z bardzo małym transferem pędu między początkowym i rozproszonym protonem gdzie dominuje wymiana fotonu.

W zderzaczach $e^+e^-$ , np. LEP, Pomerony nie są emitowane i tylko fuzja $\gamma\gamma$ ma miejsce. W zderzeniach lepton-proton na akceleratorze HERA dodatkowo możliwe są procesy $\gamma$Pomeron (fotoprodukcja). W zderzeniach proton-proton występują wszystkie trzy procesy, 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 zderzaczach $e^+e^-$ a została zaobserwowana w zderzaczach 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 zderzaczach proton-proton dopiero w 2009 roku.

Obecnie w czasie działania wielkiego zderzacza hadronów, LHC, w zderzeniach o energii w układzie środka masy układu proton-proton 7 TeV, 8 TeV oraz 13 TeV uzyskanych w 2015 roku, 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 $\gamma$Pomeron do bozonów $Z$ a w fuzji PomeronPomeron do par dżetów (skolimowanych strumieni hadronów) o dużych pędach poprzecznych a może nawet bozonu Higgsa ($p + p \to p + H + p$ bez produkcji żadnych innych cząstek)

Proponowany projekt dotyczy badań ekskluzywnej produkcji stanów o małych masach $\approx 1-3$ GeV. W tym obszarze masy, badania ukierunkowane były 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 samooddziaływanie bezmasowych gluonów odpowiada za masę tych hipotetycznych cząstek. Planowane cele chcemy osiągnąć poprzez analizę danych zebranych w 2015 roku na akceleratorze LHC przez eksperyment ATLAS, w których rozproszone protony były mierzone w detektorze ALFA oraz poprzez rozbudowę detektora AFP umożliwiającego zbieranie danych przy znacznie większych świetlnościach. Wielość możliwych stanów końcowych oraz duża liczba zebranych danych może doprowadzić do rozstrzygających konkluzji na temat istnienia glueballi w obszarze małych mas.

Badania ekskluzywnej produkcji stanów o małej masie dostarczą ważnych informacji pomocnych w zrozumieniu formacji stanów ciężkich i bardziej złożonych jak dżety, bozony W/Z lub bozon Higgsa. Proponowane pomiary mogą być również wykorzystane do justowania modeli fenomenologicznych produkcji cząstek „do przodu". Modele te odgrywają istotną rolę nie tylko w zastosowaniach akceleratorowych ale również np. w interpretacji pomiarów oddziaływania promieniowania kosmicznego z atmosferą Ziemi.