

Measurement of Diffractive Dijets Photoproduction with the ZEUS Detector at HERA.

mgr inż. Marcin Guzik

14 września 2015

Streszczenie

W rozprawie tej przedstawiona jest analiza danych zebranych przez eksperyment ZEUS w latach 2003 - 2007 czyli w okresie po modernizacji aparatu pomiarowego znanym jako HERA II. Dane te pochodzą ze zderzeń elektronów (lub pozytonów) o energii 27.5 GeV z protonami o energii 920 GeV dając energię zderzenia w układzie środka masy $\sqrt{s} = 318$ GeV. Ich całkowita świetlność wynosi około 372 pb^{-1} . Dane te zostały zbadane pod kątem pomiaru przekroju czynnego na dyfrakcyjną fotoprodukcję dżetów.

Obszar kinematyczny analizy przedstawionej w tej rozprawie to: $Q^2 < 1. \text{ GeV}^2$, $0.2 < y < 0.85$, $E_T^{jet1} > 7.5 \text{ GeV}$, $E_T^{jet2} > 6.5 \text{ GeV}$, $|\eta^{jet1}| < 1.5$, $|\eta^{jet2}| < 1.5$, $x_{IP} < 0.025$, $|t| < 1 \text{ GeV}^2$, gdzie dżety były zrekonstruowane używając inkluzywnego algorytmu k_T . Jest to obszar dyfrakcyjnej fotoprodukcji jetów, który jest szczególnie ciekawy gdyż pozwala na badanie łamania faktoryzacji w oddziaływaniach hadronowych. Faktoryzacja w dyfrakcji w przypadku zderzeń ep okazała się być w granicach niepewności spełniona gdy oddziaływanie może zostać potraktowane jako „twarde” to znaczy zachodzi w obecności dużej skali pozwalającej na zastosowanie rachunku perturbacyjnego. Jednakowoż inne eksperymenty np. Tevatron zaobserwowały łamanie dyfrakcyjnej faktoryzacji w zderzeniach $p\bar{p}$ gdzie dyfrakcyjne PDFy otrzymane na podstawie danych z HERA przeszacowywały przekrój czynny niemal o rząd wielkości. Zjawisko to zostało później wytłumaczone jako spowodowane poprzez efekty absorbcyjne występujące podczas wielokrotnego rozpraszania i prowadzące do powstania nowych cząstek, które to wtórnie zapełniają przerwę w rapidity ukrywając eksperymentalny obraz dyfrakcji. W przypadku fotoprodukcji wymieniany foton może oddziaływać bezpośrednio tak jak w przypadku głęboko nieelastycznego rozpraszania ale ponieważ $Q^2 \approx 0$ może też dzięki zasadzie Heisenberg’a fluktuować do stanu $q\bar{q}$ o relatywnie długim czasie życia. W tym drugim przypadku foton wchodzi w oddziaływanie w taki sposób jak hadrony to znaczy dostarczając tylko część swojego czteropędu do reakcji i służąc jako źródło partonów, z których tylko jeden bierze udział podczas rozpraszania. Zjawisko to, znane jako *resolved PHP*, pozwala na testowanie łamania faktoryzacji w reakcjach typu hadronowego używając zderzeń ep . Łamanie faktoryzacji powinno prowadzić do tłumienia przekroju czynnego w regionie *resolved PHP* w porównaniu do regionu oddziaływania bezpośredniego fotonu, znanego jako *direct PHP*, co może być zaobserwowane dzięki pomiarowi różniczkowego przekroju czynnego w funkcji zmiennej x_γ , która rozdziela oba regiony umowną granicą $x_\gamma = 0.75$, powyżej której oddziaływanie jest eksperymentalnie uznawane za bezpośrednie. Pomiaru takie zostały dokonane wcześniej przez eksperymenty H1 i ZEUS. W obu przypadkach zmierzone przekroje czynne były mniejsze od przewidywań teoretycznych o pewien czynnik skalujący niezależny od x_γ ale wartość tego czynnika różniła się pomiędzy eksperymentami od około 0.5 dla H1 do 0.7 otrzymanego przez ZEUS. Celem tej pracy jest otrzymanie przekrojów czynnych na dyfrakcyjną fotoprodukcję dżetów używając danych o większej świetlności oraz ich konfrontacja z wynikami otrzymanymi w poprzednich pomiarach.

Pierwszy rozdział pracy zawiera krótkie wprowadzenie do badanego problemu. W kolejnym zawarty jest opis teoretycznych aspektów, które są istotne dla badanego procesu dyfrakcyjnej fotoprodukcji dżetów. Następnie w rozdziale drugim zawarty jest opis akceleratora HERA i eksperymentu ZEUS – układu pomiarowego, za pomocą którego zebrane zostały dane użyte w toku analizy. Kolejny rozdział zawiera opis użytych próbek Monte Carlo. Następne rozdziały dotyczą już bezpośrednio analizy. Rekonstrukcja wielkości kinematycznych jest opisana w rozdziale czwartym a selekcja przypadków w rozdziale piątym. W rozdziale szóstym omówiony jest opis danych przez Monte Carlo oraz jego dopasowanie w celu poprawy tego opisu. Kolejny rozdział zawiera opis algorytmu użytego do pomiaru przekroju czynnego oraz same przekroje otrzymane przy jego pomocy. Wnioski przedstawione są w rozdziale ostatnim.

W toku analizy wygenerowane zostało Monte Carlo sygnałowe, niezbędne do odtworzenia rozkładów wybranych wielkości dżetowych, a także wielkości kinematycznych opisujących dyfrakcyjną fotoprodukcję na poziomie hadronowym. Przeprowadzone zostało jego dalsze dopasowanie i przeważenie na poziomie hadronowym w celu uzyskania

lepszego opisu danych przez Monte Carlo. Wykonane zostało szczegółowe porównanie danych i symulacji Monte Carlo, zarówno sygnałowego jak i dla tła, w którym to uwzględniono niedyfrakcyjną fotoprodukcję oraz dyfrakcyjną elektroprodukcję i protonową dysocjację.

Wynikiem analizy są różniczkowe przekroje czynne z uwzględnieniem efektów systematycznych w szacowaniu błędów pomiarowych. Ponadto autor dokonał porównania dostępnych danych z HERA I z tymi z HERA II w celu dokładniejszego zbadania i zrozumienia wpływu modernizacji detektora na uzyskane wyniki, a w szczególności na pomiar przyczynku do tła pochodzącego od protonowej dysocjacji.

Podobnie jak w przypadku wcześniejszych wyników otrzymanych przy użyciu danych z HERA w analizie tej nie zaobserwowano zmniejszenia przekroju czynnego dla *resolved PHP* w stosunku do *direct PHP*.

Niestety wynik tej analizy nie pozwala na rozstrzygnięcie kwestii stopnia supresji przekroju czynnego zmierzonoego przez eksperyment ZEUS i H1 ponieważ normalizacja otrzymanych wyników obciążona jest dużą niepewnością wynikającą z ograniczonych możliwości aparaturowych pomiaru protonowej dysocjacji, takich jak brak komponentów detektora do pomiarów rozproszonego protonu lub jego zdysocjowanego stanu, prowadzącymi do dużej niepewności podczas jej estymacji. Jako możliwe rozwiązanie autor proponuje powtórne przeprowadzenie analizy danych z okresu HERA I włączając w to pełną analizę Monte Carlo.

Podczas studiów doktoranckich autor przeprowadził również analizę dotyczącą dyfrakcyjnej produkcji ekskluzywnych par dżetów w oddziaływaniach głęboko nieelastycznych. Była to druga analiza zgodnie ze zwyczajami Współpracy ZEUS będąca warunkiem koniecznym publikacji wyników. Analiza ta została w rozszerzonej formie zaakceptowana i ukazuje się jako publikacja Współpracy ZEUS *Production of exclusive dijets in diffractive deep inelastic scattering at HERA*, arXiv:1505.05783 [hep-ex]. Wyniki tej analizy nie mieszczą się w ramach tej pracy, jako że jej celem jest pomiar dyfrakcyjnej fotoprodukcji inkluzywnych jetów.