

Rozpocznę od stwierdzenia, że przedstawiona rozprawa i dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr Grabowskiej Bołd znakomicie spełniają wymagania dotyczące uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Rozprawa habilitacyjna, opublikowana jako recenzowany raport Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie, nosi tytuł 'Measurements of electroweak bosons in lead-lead collisions at $\sqrt{s}/NN = 2.76$ TeV using the ATLAS detector at the LHC'. Dotyczy bardzo ważnej i aktualnej tematyki, badanej przy najpotężniejszym akceleratorze świata, przy pomocy jednego z trzech wielkich układów detekcyjnych działających przy tym akceleratorze. Temat jest specjalnie ciekawy, ponieważ wyniki analizy rzucają światło zarówno na charakter oddziaływań zderzających się relatywistycznych jąder i wytwarzanego w tych zderzeniach stanu, jak też i na zagadnienia oddziaływań elementarnych.

Rozprawa składa się z sześciu rozdziałów i podsumowania.

Przed tekstem rozprawy umieszczono zwięzły ale konkretny opis wkładu autorki do przedstawianej analizy i wyników. Z opisu tego wynika, że autorka zaangażowana jest w prace zespołu eksperymentu ATLAS od roku 2005, a więc jeszcze przed uruchomieniem akceleratora LHC. Umożliwiło Jej to dokładne – i czynne – zapoznanie się z działaniem podstawowych narzędzi analizy danych zbieranych z układu detektor ATLASa. Specjalnością autorki była praca nad algorytmami układów wyzwalających czyli trygerów. Pracowała nad budową systemów algorytmów, oceniała ich działanie, i uczestniczyła w powstawaniu związanych z tym publikacji. W pierwszym etapie pracy eksperymentu ATLAS, przy naświetleniach protonami, autorka uczestniczyła bezpośrednio w dyżurach, a także pracowała jako tzw expert on call w sprawach działania trygera. Od roku 2010 autorka włączyła się w prace zespołu badającego zderzenia ciężkich jonów. Tu również koordynowała prace dotyczące działań elementów układów wyzwalań. Od roku 2011 skoncentrowała się na analizie fizycznej oddziaływań z produkcją bozonów elektrosłabych, co stanowi temat rozprawy.

Pierwsze rozdziały wprowadzają w tematykę oddziaływań relatywistycznych jonów przy najwyższych energiach, opisują działanie detektorów eksperymentu ATLAS oraz podają zasady rekonstrukcji i identyfikacji przebiegów cząstek w detektorach. Rozdział piąty opisuje badanie produkcji bozonów elektrosłabych – fotonów, bozonów Z i bozonów W w zderzeniach jąder ołowiu, a w rozdziale

szóstym znajdujemy opis badania korelacji bozonów elektrosłabych z jetami produkowanymi w zderzeniach relatywistycznych jąder ołowiu.

Bozony elektrosłabe są obiektami pozbawionymi koloru, a więc spodziewamy się, że nie będą oddziaływać z ośrodkiem wytworzonym w zderzeniach relatywistycznych jonów. Rozpadają się na leptony – to ich ślady rejestrujemy w eksperymencie. Leptony również nie oddziałują silnie z wytworzonym ośrodkiem, więc mogą nam służyć jako odniesienie do badania procesów w których spodziewamy się efektów związanych z utworzeniem gęstej gorącej plazmy kwarkowo-gluonowej.

Po przedstawieniu szczegółowej analizy sposobu wydzielenia sygnałów, ocenie dokładności oraz niepewności systematycznych, autorka przedstawia dane o produkcji fotonów w zależności od ich pędu poprzecznego w kolejnych przedziałach centralności zderzeń, i pokazuje stosunek produkcji fotonów w tych zderzeniach do produkcji w zderzeniach proton-proton, znormalizowany do tzw funkcji grubości tarczy – czyli liczby zderzeń nukleon-nukleon dzielonej przez przekrój czynny nukleon-nukleon (oszacowanej dla każdej klasy centralności zderzenia jąder ołowiu). W granicach błędu – stosunek zgodny jest z jedynką – czyli nie widać wpływu ośrodka.

Podobnie wygląda sytuacja dla produkcji bozonów Z i W. Produkcja tych cząstek skaluje się z liczbą zderzeń nukleon-nukleon w danej klasie centralności zderzenia.

Autorka podjęła też ambitną próbę zbadania tzw pływu eliptycznego, charakteryzującego rozkład kątowy w płaszczyźnie azymutalnej produkowanych bozonów Z. W granicach dokładności pomiarowej, pływ eliptyczny jest zgodny z zerem – co stanowi dodatkowy argument świadczący o braku modyfikacji produkcji Z w zderzeniach jądrowych.

Najciekawsze wyniki znajdujemy w rozdziale szóstym. Dotyczą one korelacji bozonów elektrosłabych z jetami. Zjawisko 'gaszenia' jetów, czyli utraty przez jety energii przy przechodzeniu przez gęsty gorący obszar plazmy kwarkowo-gluonowej stanowi jedną z podstawowych sygnatur powstawania plazmy, i dostarczyć może podstawowych informacji o mechanizmie powstawania tych strat energii. Badanie gaszenia jetów na podstawie zdarzeń dwujetowych zawsze związane jest z niepewnością oceny strat. Bozony elektrosłabe oferują trudną ale bezcenną teoretycznie 'świecę standardową': badając straty energii jetu skorelowanego z produkowanym w tym samym zderzeniu bozonem elektrosłabym możemy określić bezpośrednio stratę jego (jetu) energii.

Pierwsze dane o skorelowanej analizie jet – foton podał eksperyment CMS, co autorka odnotowuje. Prowadzona przez autorkę analiza korelacji jet – foton dostarcza ilościowej informacji o stratach energii jetu, rosnących wraz z centralnością zderzenia. Autorka badała także rozkład w kącie azymutalnym jet – foton, i nie stwierdziła znaczących różnic w porównaniu z rozkładami badanymi dla zderzeń proton- proton. Z eksperymentu ATLAS – i z rozprawy autorki – pochodzą pierwsze na świecie dane dotyczące skorelowanej analizy

jet – bozon Z. Sygnał gaszenia jetów jest wyraźnie widoczny; mniej dokładnie zbadany niż w przypadku korelacji jet – foton (ze względu na statystykę próbki Z), ale zdecydowanie znaczący.

Jedyną właściwie moją uwagę krytyczną w stosunku do tej znakomitej rozprawy, jest pewien niedosyt interpretacyjny. Aż się prosi czasem o słowo komentarza na temat fizycznych hipotez teoretycznych (nie tylko odwołań do generatorów Monte Carlo) dotyczących badanych zdarzeń. Może to jednak przejaw wielkiej rzetelności: autorka pisze tylko o tym, co `własnymi rękami` zbadala...

Przedstawiony w dołączonych do rozprawy materiałach dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny autorki przedstawia się bardzo dobrze. Dr Bołd ukończyła (z wyróżnieniem) studia na AGH, i tamże uzyskała doktorat (z wyróżnieniem), za rozprawę na temat badania procesu tzw głęboko wirtualnego rozpraszania Comptona, badanego w detektorze ZEUS przy akceleratorze HERA. Jej życiorys naukowy obfituje w nagrody i wyróżnienia. Rozwój naukowy przebiegał od pracy przy akceleratorze HERA do LHC, w eksperymencie ATLAS, początkowo przy badaniu zderzeń protonów a następnie jonów ołowiu. Dr Bołd odbyła staże zagraniczne w DESY w Hamburgu, pracowała na University of California w Irvine, oraz w CERNie jako research fellow. Udział w licznych grupach tematycznych eksperymentu ATLAS, koordynacja prac zespołów, udział w panelach wydawniczych eksperymentu świadczą o postępującej roli jaką w tym eksperymencie odgrywa. Bardzo ważnym miernikiem tej roli jest powierzenie Jej przedstawiania wyników eksperymentu na licznych, coraz ważniejszych konferencjach międzynarodowych – ostatnio na najważniejszej `w branży` konferencji Quark Master 2014.

Dr Bołd uczestniczyła jako wykonawca w szeregu grantów.

Wskaźniki bibliometryczne dr Bołd wyglądają znakomicie (indeks Hirscha 45). Dr Bołd prowadziła – i prowadzi przez cały czas pracy naukowej działalność dydaktyczną. Zaczynała od zajęć laboratoryjnych dla studentów, prowadziła pracownie, ćwiczenia, ćwiczenia audytoryjne z metod matematycznych fizyki i statystyki. W czasie pobytu w CERNie opiekowała się projektami studenckimi w ramach CERN Summer School.

Na AGH, gdzie pracuje jako adiunkt, była opiekunem dwóch prac inżynierskich i dwóch magisterskich (trzecia w realizacji).

Podsumowując: dorobek naukowy dr Bołd i rozprawę oceniam znakomicie. Dorobek organizacyjny i dydaktyczny bardzo dobrze, i wnoszę o przyznanie Jej stopnia doktora habilitowanego. Wnioskuje o wyróżnienie.

(prof. dr hab.) Helena Białkowska (NCBJ)

