

Recenzja osiągnięcia naukowego pt. „Badania oddziaływań elektroślabych na LHC oraz poszukiwanie zjawisk spoza modelu standardowego”

oraz

ocena istotnej aktywności naukowej dr. inż. Mateusza Dyndała w związku z wszczęciem postępowania habilitacyjnego kandydata w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

Sylwetka kandydata

Dr inż. Mateusz Dyndała jest fizykiem doświadczalnym, który prowadzi badania naukowe w ramach dużej współpracy naukowej eksperymentu ATLAS od początku swojej kariery naukowej. Studia magisterskie ukończył na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica w Krakowie. Praca magisterska zatytułowana „Badanie korelacji w zderzeniach ciężkich jonów w eksperymencie ATLAS” wykonana w 2012 została wyróżniona. Kolejnym etapem rozwoju były wiązane studia doktoranckie na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH oraz Uniwersytecie Paris-Sud w Paryżu zakończone obroną pracy doktorskiej w 2015 roku. Praca zatytułowana „Two-photon Interactions in Proton-Proton Collisions with the ATLAS Experiment at the LHC” także została wyróżniona. W okresie po doktoracie Habilitant odbył dwa kilkuletnie prestiżowe staże naukowe w ośrodkach DESY oraz CERN. Właśnie w tym okresie Habilitant powodził badania, które zostały przedstawione jako osiągnięcie naukowe zgromadzone w cyklu artykułów. Oprócz prowadzenia analiz fizycznych Habilitant pełnił w tym okresie ważne funkcje organizacyjne w eksperymencie dotyczące istotnych dla całej współpracy ATLAS aktywności zarówno przy sesjach zbierania danych jak i koordynacji tematycznych grup analiz, w szczególności koordynował prace grupy ultraperyferycznych oddziaływań ciężkich jonów.

Podsumowując sylwetkę kandydata, mogę stwierdzić, że w okresie po uzyskaniu doktoratu, Habilitant prowadził bardzo aktywną działalność naukową rozwijając kontakty oraz współpracę z wieloma grupami z różnych instytucji naukowych oraz pełniąc istotne funkcje w dużej współpracy eksperymentu ATLAS.

Ocena cyklu publikacji stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego

Podstawą do przyznania stopnia doktora habilitowanego jest osiągnięcie naukowe, cykl sześciu publikacji pod zbiorczym tytułem „Badania oddziaływań elektroślabych na LHC oraz poszukiwanie zjawisk spoza modelu standardowego”.

Cztery pierwsze artykuły, H1-H4, są wieloautorskimi publikacjami eksperymentu ATLAS a artykuły H5 i H6 są sygnowane przez czterech autorów. Publikacje H1, H2, H3 dobrze obrazują ewolucję pomiarów dla procesów zachodzących niezwykle rzadko, w tym wypadku kwantowo-mechanicznego rozpraszania foton-foton w oddziaływaniach jonów ołowiu na zderzacz LHC. W publikacji H1 przedstawiono pierwszą analizę tego procesu opartą o dane odpowiadające scałkowanej świetlności

0.480 mb⁻¹ zarejestrowane w detektorze ATLAS w 2015 roku. W tej pracy opisane są najważniejsze kryteria selekcji online i offline. Pomimo prostej sygnatury przypadków w detektorze w postaci sygnałów od dwóch fotonów i braku śladów naładowanych, analiza była niezmiernie wymagająca zarówno ze względu na trudności natury eksperymentalnej jak i teoretycznej. Główna trudność związana była z oszacowaniem tła z odpowiednio niską niepewnością, aby wydobyć niewielki sygnał z silniejszych o wiele rzędów wielkości procesów tła. Najważniejsze z nich to procesy produkcji par e⁺e⁻, centralnej produkcji ekskluzywnej par fotonów (CEP) oraz centralnej produkcji par kwarków. Część z tych procesów obarczona jest dużymi niepewnościami przewidywań teoretycznych dla oddziaływań jon-jon. Problem tła rozwiązany został za pomocą dwóch kluczowych elementów: opracowania selekcji o odpowiednio wysokiej wydajności na sygnał przy silnej redukcji tła w interesującym obszarze przestrzeni fazowej oraz weryfikacji poprawności oszacowania tła metodą Monte Carlo za pomocą metody normalizacji opartej na danych. Ten drugi element miał zasadnicze znaczenie dla walidacji poprawności zarówno programu pełnej symulacji detektora jak i precyzji modeli teoretycznych użytych do generacji przypadków Monte Carlo. Należy podkreślić, że selekcja sygnału procesu z udziałem wyłącznie dwóch fotonów jest bardzo trudne eksperymentalnie ze względu na naturę pomiaru w kalorymetrach elektromagnetycznych, w szczególności istotna jest kwestia rozróżnienia fotonów i mezonów π⁰ rozpadających się na dwa fotony które często tworzą pojedynczy klaster w kalorymetrze.

W wyniku analizy przedstawionej w pracy H1 otrzymano nadwyżkę przypadków w stosunku do oczekiwanego tła, ewidencję wskazującą na obecność sygnału ze znaczącością statystyczną przewyższającą poziom trzech odchyłeń standardowych (3σ) ale mniejszą od ogólnie przyjętego poziomu 5σ wymaganego do zakwalifikowania tego pomiaru jako obserwacja. Ten obiecujący wynik motywował do kontynuacji poszukiwań, które opisane zostały w pracy H2. Dwa dodatkowe elementy, udoskonalenie selekcji przypadków zarówno na poziomie systemu wyzwiania jak i w fazie offline oraz ponad trzykrotnie większa próbka danych zebrana w 2018 roku, pozwoliły na wydobyć sygnału procesu rozpraszania foton-foton ze statystyczną znaczącością 8.2σ i publikację wyniku jako obserwacja. W mojej ocenie praca H2 jest najważniejszym osiągnięciem cyklu sześciu prac przedstawionych przez Habilitanta (praca wyróżniona w czasopiśmie Physical Review Letters). Zawiera pierwszą obserwację niezwykle rzadkiego kwantowo-mechanicznego procesu rozpraszania fotonu na fotonie. Obserwacja ta wymagała specjalistycznych umiejętności analizy danych eksperymentalnych oraz kontroli niepewności modeli teoretycznych w tym walidacji ich przewidywań metodami opartymi na danych.

Trzecia praca H3 jest naturalną kontynuacją prac H1 i H2 z wykorzystaniem całej dostępnej próbki danych zebranych w latach 2015 i 2018. W przypadku obserwacji procesu przewidywanego jako rzadkiego w Modelu Standardowym poszukuje się nowych, subtelnych zjawisk spoza tego modelu, które mogłyby spowodować mierzalne efekty. W tym przypadku przeprowadzono analizę pod kątem poszukiwania cząstki o cechach aksjonu, hipotetycznej cząstki postulowanej między innymi w celu wyjaśnienia tzw. problemu zachowania symetrii CP w oddziaływaniach silnych. Przedstawiono najmocniejsze ograniczenia na produkcje aksjonów w zakresie ich masy pomiędzy 6 i 100 GeV/c².

Czwarty artykuł H4, ostatni z artykułów wieloautorskich, wykorzystuje elementy z analiz użytych w publikacjach H1-H3 do pomiaru procesu produkcji pary bozonów W⁺W⁻. Mamy tutaj do czynienia z podobną topologią dwóch sygnałów w detektorze w których istotną rolę pochodzących od cząstek naładowanych. Natura tego pomiaru jest odmienna. Jest to pomiar oparty na sygnale o dużej statystyce gdzie dominująca niepewność związana jest z efektami systematycznymi. W pracy zmierzono różniczkowe przekroje czynne w zmiennych kątowych oraz kinematycznych otrzymując

dobrą zgodność z przewidywaniami teoretycznymi. Dodatkowo wyznaczono ograniczenia na anomalne trójbozonowe sprzężenia prowadzące do produkcji par W^+W^- , które mogłyby świadczyć o efektach od procesów spoza Modelu Standardowego.

Prace H5 i H6 mają odmienny charakter. Obie są publikacjami z niewielką liczbą autorów (czterech autorów wliczając Habilitanta). Publikacje te są dowodem inwencji Habilitanta, który był pomysłodawcą przeprowadzenia pomiarów, opracował metodologię oraz był koordynatorem studiów wykonalności pomiaru. W pracy H5 opisana jest propozycja pomiaru rozkładu fotonów w protonie. Rozkład ten, choć opisany teoretycznie, nie doczekał się jeszcze weryfikacji eksperymentalnej. W pracy przedstawiono przewidywania rozkładów różniczkowych dla przekrojów czynnych dla różnych parametryzacji funkcji struktury protonu. Oszacowana liczba około 2500 przypadków do zaobserwowania dla danych p-Pb zebranych w detektorze ATLAS czyni ten pomiar atrakcyjnym.

Drugi interesujący pomiar został przedstawiony w pracy H6. Jest to kolejna propozycja wykorzystująca zalety ultraperyferycznych zderzeń ciężkich jonów przy badaniu procesów w dwufotonowych oddziaływaniach. Zaproponowano pomiar anomального momentu magnetycznego leptonu tau. Oprócz spodziewanej precyzji pomiaru na bazie już zebranych danych w eksperymencie ATLAS lepszej o czynnik dwa w stosunku do obecnej średniej światowej, pomiar ten jest czuły na efekty spoza Modelu Standardowego. Wykorzystanie danych, które zostaną zebrane w najbliższych latach pozwoli na znaczne zmniejszenie niepewności pomiaru, tym samym zwiększając potencjał na odkrycie efektów od zjawisk spoza Modelu Standardowego.

Przy ocenie dokonania naukowego należy uwzględnić specyfikę pracy w dużych współpracach eksperymentów fizyki wysokich energii. W pracach eksperymentu ATLAS bierze udział około 3000 osób. Parametry naukowe w tak dużych współpracach naukowych są niejako z natury wysokie. Dlatego do oceny wkładu w przedstawione osiągnięcie naukowe należy przeanalizować dostępne informacje (autoreferat, listy od kierownika eksperymentu oraz współautorów publikacji, wystąpienia konferencyjne, pełnione funkcje w eksperymencie czy wewnętrzne oraz publiczne noty eksperymentu). Materiały przedstawione do oceny osiągnięcia naukowego świadczą o tym, że Habilitant wniósł znaczący wkład do wszystkich prac cyklu H1-H6. W wieloautorskich pracach H1-H4 był tzw. autorem korespondencyjnym i redaktorem wewnętrznej noty dokumentującej analizę. Świadczy to jednoznacznie o kluczowym wkładzie Habilitanta. Proces recenzji wewnętrznej w dużych współpracach LHC jest bardzo wymagający co zapewnia odpowiednią jakość wyników kierowanych do publikacji. Noty analizy liczą typowo ponad 100 stron i podlegają procesowi wielostopniowej oceny zarówno w obrębie tematycznej grupy roboczej jak i całej współpracy. W pracach H1-H2 Habilitant był głównym redaktorem artykułu i głównym deweloperem kodu analizy. Przeprowadził kluczowe prace analizy m. in. studia nad tłem badanego procesu, opracowanie selekcji przypadków i jej optymalizacja, wyznaczenie niepewności systematycznych czy wyznaczenie wartości przekroju czynnego. Wkład ten potwierdza także list kierownika eksperymentu ATLAS (prof. Andreas Hoecker) opisujący zarówno wkład habilitanta w publikacje H1-H4 jak i rolę w ważnych dla eksperymentu aktywnościach. Należy zaznaczyć, że praca H1 została wydrukowana w jednym z najbardziej prestiżowych pism, Nature Physics, i osiągnęła status „Highly Cited Paper” (1% najbardziej cytowanych artykułów z fizyki w 2017 roku).

Nie budzi również wątpliwości znaczny wkład habilitanta w artykułach H3-H4 w których Habilitant był także autorem korespondencyjnym i redaktorem not analiz oraz wykonał kluczowe zadania analizy.

W przypadku prac H5 i H6 niewielka liczba autorów oraz fakt że Habilitant był autorem hipotezy badawczej jak i metodologii przeprowadzenia pomiaru jednoznacznie świadczy o znaczącym wkładzie co dodatkowo potwierdza list jednego z współautorów, prof. dr. hab. Antoniego Szczurka.

Podsumowując ocenę stwierdzam, że kluczowa rola Habilitanta w przedstawionym cyklu artykułów H1-H6 nie budzi wątpliwości a wyniki przedstawione w tych pracach są bardzo wartościowe i wnoszą istotny wkład w rozwój eksperymentalnej fizyki wysokich energii.

Ocena pozostałej aktywności naukowej

Jak wspomniano parametry naukometryczne są zwykle dość wysokie w przypadku udziału w dużych współpracach międzynarodowych i z tego powodu mają pewne naturalne ograniczenie przy ocenie dorobku naukowego. Niemniej jednak należy zauważyć, że te parametry w przypadku Habilitanta są wysokie w porównaniu do typowych na tym etapie kariery naukowej w fizyce wysokiej energii.

W momencie składania wniosku Habilitant był autorem 705 publikacji, w większości (688) były to publikacje wieloautorskie Współpracy ATLAS. Do oceny aktywności naukowej niezwiązanej bezpośrednio z przedstawionym cyklem sześciu publikacji (H1-H6) należy wziąć pod uwagę dodatkowe informacje: prace ze znaczącym wkładem Habilitanta oznaczone w wykazie osiągnięć symbolami Z1-Z5, noty publiczne i wewnętrzne Współpracy ATLAS, wystąpienia i noty konferencyjne. Prace te świadczą o aktywności Habilitanta w obszarze oddziaływań dyfrakcyjnych czy poszukiwaniach rozpadów bozonu Higgsa na parę leptonów i foton. Widoczny jest także udział w pomiarach świetlności dla eksperymentu ATLAS. Habilitant pełnił także funkcje organizacyjne wymagające odpowiednio wysokiej wiedzy w danej tematyce. Koordynował prace grup „Standard Model soft QCD and diffraction” i „AFP software and simulation”. Pełnił także rolę menedżera operacyjnego pomiaru świetlności.

Habilitant odbył dwa prestiżowe staże naukowe w ośrodkach DESY i CERN, które objęte są procedurami konkursowymi. Ich przyznanie świadczy o odpowiednio wysokim poziomie naukowym Habilitanta w okresie przed uzyskaniem doktoratu. Osiągnięcia w późniejszym okresie świadczą o systematycznym rozwoju naukowym dr inż. Mateusza Dyndały. Habilitant wygłosił osiem plenarnych wystąpień konferencyjnych, w większości na ważnych międzynarodowych konferencjach o tematyce z zakresu prowadzonych badań. Należy zwrócić uwagę, że cztery z nich wygłoszone były w imieniu co najmniej dwóch kolaboracji eksperymentów na LHC co świadczy o uznaniu Habilitanta jako rozpoznawalnego eksperta z tematyki wygłaszanych referatów. Habilitant wygłaszał też prezentacje na plenarnych zebraniach współpracy ATLAS, które ze względu na liczbę uczestników mają rangę nie mniejszą niż konferencje międzynarodowe.

Doświadczenie w prowadzeniu i udziale w projektach badawczych jest na umiarkowanym poziomie, Habilitant był wykonawcą w dwóch grantach a od 2020 roku jest kierownikiem grantu w programie NAWA. Biorąc pod uwagę stosunkowo krótki okres od zakończenia studiów do wystąpienia z wnioskiem habilitacyjnym oraz to, że w okresie po doktoracie Habilitant przebywał na zagranicznych stażach naukowych można stwierdzić, że to doświadczenie jest zadowalające, a o dobrych umiejętnościach organizacyjnych i aktywności naukowej świadczą funkcje koordynacyjne pełnione we współpracy ATLAS. Habilitant koordynował prace grup roboczych eksperymentu ATLAS dotyczących zarówno analizy danych jak i dedykowane zadaniom centralnym, w tym zadaniom operacyjnym podczas sesji zbierania danych.

W działalności dydaktycznej dr. hab. Mateusza Dyndały można wyróżnić dwa okresy. W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora, będąc na studiach doktoranckich, prowadził zajęcia laboratoryjne oraz wniósł wkład w przygotowanie nowego przedmiotu obieralnego dotyczącego podstawowego

narzędzia używanego do symulacji odpowiedzi detektora, programu GEANT4. W późniejszym okresie ze względu na specyfikę staży naukowych Habilitant nie prowadził działalności dydaktycznej, ale należy zauważyć, że był opiekunem czterech studentów w trakcie ich letnich staży naukowych w ramach programów „Summer Students” oraz sprawował opiekę naukową nad jedną pracą magisterską. Oceniam działalność dydaktyczną jako zadowalającą biorąc pod uwagę typowo badawczy charakter staży zagranicznych po otrzymaniu stopnia doktora.

Wspomnieć także należy wkład w popularyzację nauki (wywiady, spotkania z dziennikarzami prasowymi, udział w programie „International Masterclasses”).

Uważam, że dorobek naukowy dr inż. Mateusza Dyndała spełnia wymogi ustawowe o ubieganie się o stopień doktora habilitowanego.

Wniosek końcowy

Dr inż. Mateusz Dyndała jest aktywnym fizykiem eksperymentatorem, który osiągnął dojrzałość do prowadzenia samodzielnej działalności badawczej, organizacyjnej i dydaktycznej. Przedstawiony cykl artykułów zawierający prace zarówno eksperymentalne jak i publikacje z propozycją nowych pomiarów we współpracy z fizykami teoretykami świadczą o dużej aktywności badawczej i wszechstronności Habilitanta. Uważam, że jego dorobek naukowy oraz przedłożony cykl artykułów spełniają z naddatkiem warunki ustawowe o stopniach i tytule naukowym. Wnioskuje o dopuszczenie dr inż. Mateusza Dyndała do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Mariusz Witek

