

Prof. dr hab. Jan Kalinowski
Instytut Fizyki Teoretycznej
Wydział Fizyki UW
ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa

Warszawa, 15 września 2021 r.

**Ocena osiągnięcia naukowego dr. inż. Mateusza Dyndała
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego
doktora habilitowanego nauk fizycznych.**

Wnoszę o dopuszczenie dr. inż. Mateusza Dyndała do dalszych etapów postępowania w sprawie o nadanie stopnia naukowego doktora habilitacyjnego nauk fizycznych.

Uzasadnienie:

Pan dr Mateusz Dyndał jest fizykiem doświadczalnym, specjalizującym się w zakresie fizyki cząstek elementarnych. W tym roku ukończy 33 lata. Studia na Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica ukończył w 2012 roku uzyskując stopień magistra inżyniera fizyki technicznej na podstawie pracy "Badanie korelacji w zderzeniach ciężkich jonów w eksperymencie ATLAS". Po magisterium podjął studia doktoranckie w AGH zakończone w roku 2015 obroną pracy doktorskiej "Two-photon interactions in proton-proton collisions with the ATLAS experiment at the LHC" wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Mariusza Przybyciena z AGH i dr. hab. Laurenta Schoeffella z Uniwersytetu Paris-Sud. W latach 2015-2016 pracował jako asystent na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W 2016 roku wyjechał na dwuletni staż podoktorski do Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY w Hamburgu, a dwa kolejne lata spędził na stażu w Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN w Genewie. Od grudnia 2020 roku pracuje na stanowisku adiunkta badawczego w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Na dorobek naukowy dr. Mateusza Dyndała składa się ponad 750 publikacji wliczając w to publikacje w materiałach pokonferencyjnych. Większość z nich jest wykonanych w ramach kolaboracji ATLAS z liczbą autorów dobrze ponad 3000. Dziesięć jego prac jest kilkuautorskich i zostało wykonanych poza współpracą ATLAS. Według bazy danych inSPIRE.hep (najbardziej znanej i miarodajnej w dziedzinie fizyki cząstek elementarnych) wszystkie opublikowane prace, których był autorem lub współautorem, były cytowane łącznie ponad 69000 razy, a indeks Hirscha w oparciu o te prace wynosi 97 (stan na dzień 3.09.2021). Większość z powyższych prac powstała

już po doktoracie Habilitanta. W swojej opinii będę podawał cytowania prac za bazą inSPIRE.hep. Wszystkie te prace mieszczą się w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych i dyscyplinie nauk fizycznych. Dotyczą one fizyki doświadczalnej oddziaływań cząstek elementarnych przy wysokich energiach, co po angielsku określa się terminem *high energy physics*. Liczba publikacji, liczba cytowań i indeks Hiracha są imponujące. Trudno jest jednak ocenić recenzentowi, jaki jest wkład dr. Dyndała do wszystkich prac wykonanych w ramach współpracy ATLAS.

Jako dzieło habilitacyjne pod tytułem "Badania oddziaływań elektrosłabych na LHC oraz poszukiwanie zjawisk spoza modelu standardowego" dr inż. Mateusz Dyndał zgłosił cykl sześciu powiązanych tematycznie prac:

- [H1] ATLAS Collab., Evidence for light-by-light scattering in heavy ion collisions with the ATLAS detector at the LHC, *Nature Phys.* 13 (2017) 852-858 [arXiv:1702.01625],
- [H2] ATLAS Collab., Observation of light-by-light scattering in ultraperipheral Pb+Pb collisions with the ATLAS detector, *Phys. Rev. Lett.* 123 (2019) 052001 [arXiv:1904.03536],
- [H3] ATLAS Collab., Measurement of light-by light scattering and search for axion-like particles with 2.2 nb⁻¹ of Pb-Pb data with the ATLAS detector, *JHEP* 03 (2021) 243 [arXiv:2008.05355],
- [H4] ATLAS Collab., Measurement of fiducial and differential W^+W^- production cross-section at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector, *Eur. Phys. J.C* 79 (2019) 884 [arXiv:1905.04242],
- [H5] M. Dyndał, A. Glazov, M. Luszczak, R. Sadykov, Probing the photonic content of the proton using photon-induced dilepton production in p+Pb collisions at the LHC, *Phys. Rev. D* 99 (2019) 114008 [arXiv: 1901.06305],
- [H6] M. Dyndał, M. Klusek-Gawenda, M. Schott, A. Szczurek, Anomalous electromagnetic moments of τ lepton in $\gamma\gamma \rightarrow \tau^+\tau^-$ reaction in Pb+Pb collisions at the LHC, *Phys. Lett. B* 809 (2020) 135682 [arXiv: 2002.05503]

Motywnym przewodnikiem działalności naukowej dr. inż. Mateusza Dyndała jest fizyka doświadczalna oddziaływań protonów oraz ciężkich jonów w zderzeniach przy wysokich energiach. Podstawą teoretyczną tej dziedziny fizyki jest kwantowa teoria pola z symetrią cechowania – podstawowa teoria fizyczna opisująca oddziaływania kwarków, gluonów i leptonów zwana Modelem Standardowym oddziaływań fundamentalnych.

Prace [H1]-[H4] wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej obejmują badania oddziaływań elektrosłabych zachodzących przy zderzeniach proton-proton i jądro-jądro

w Wielkim Zderzaczu Hadronowym (LHC) prowadzone przez międzynarodową współpracę ATLAS. Habilitant jest członkiem tej kolaboracji od roku 2010, a od 2013 roku współautorem publikacji. Od tego czasu pełnił i pełni on szereg odpowiedzialnych funkcji w ramach tej grupy doświadczalnej. Między innymi od 2014 roku do chwili obecnej jest koordynatorem i liderem wielu analiz fizycznych, uczestniczył w zbieraniu danych podczas pracy detektora ATLAS, pracował nad kalibracją mikropaskowego detektora krzemowego i kontrolą pomiaru świetlności, był przez dwa lata koordynatorem grupy "soft QCD and diffraction". Był członkiem zespołu recenzującego i przygotowującego do publikacji prace naukowe kolaboracji ATLAS, członkiem komitetu ds. wystąpień konferencyjnych dotyczących detektorów "do przodu", od ubiegłego roku jest koordynatorem grupy zajmującej się oddziaływaniami ultraperyferyjnymi ciężkich jonów. Ten skrótowy wykaz pełnionych funkcji pokazuje duży wkład Habilitanta w prace kolaboracji obejmujący obsługę detektora, przygotowanie oprogramowania do zbierania i analizy danych, jak też w przygotowywanie wewnętrznych not kolaboracji oraz artykułów do publikacji.

W pracy [H1], opublikowanej w Nature Physics i cytowanej 203 razy, przedstawione zostały wyniki analizy zderzeń jonów ołowiu przy energii zderzenia 5.02 TeV na parę nukleonów. Celem tej analizy było poszukiwanie przypadków rozpraszania fotonów na fotonach. W oparciu o próbkę $480 \mu\text{b}^{-1}$ zebranych danych stwierdzono istnienie 13 przypadków spełniających cięcia kinematyczne mające na celu eliminację przypadków tła. Na podstawie symulacji oczekiwano 7.3 ± 1.5 zdarzeń rozpraszania fotonów na fotonach wobec oczekiwanych 2.6 ± 0.7 zdarzeń dla procesów tła. Ten wynik na poziomie ufności 4.4σ dawał podstawy sądzić o istnieniu procesów $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$ w zderzeniach Pb+Pb. Praca [H2], opublikowana w Physical Review Letters i cytowana 84 razy, przedstawia wyniki analizy bogatszej próbki 1.73 nb^{-1} danych w ultraperyferycznym zderzeniu jonów ołowiu. Przy zbieraniu tej próbki wykorzystano ulepszony system wyzwalania detektora oraz nowy algorytm identyfikacji fotonów. Tym razem liczba zderzeń sygnału w stosunku do tła na poziomie 8.2σ pozwoliła stwierdzić po raz pierwszy jednoznacznie istnienie rozpraszania $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$. W pracy [H3], opublikowanej w Journal of High Energy Physics i cytowanej 25 razy, wykorzystano wcześniej zebrane dane z lat 2015 i 2018 odpowiadające całkowitej świetlności 2.2 nb^{-1} jako bazy do poszukiwania sygnałów świadczących o istnieniu fizyki spoza Modelu Standardowego. W szczególności szukano dowodu na istnienie wkładu do rozpraszania $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$ pochodzącego od aksjonu lub aksjonopodobnej cząstki motywowanej przez modele tłumaczące łamanie symetrii CP w oddziaływaniach silnych. Zgodność obserwowanej liczby zderzeń z przewidywaniami Modelu Standardowego pozwoliła wykluczyć istotny obszar w przestrzeni masy aksjonu i skali jego oddziaływania. Czwarta praca [H4], opublikowana w European Physical Journal C i cytowana 49 razy, również w ramach kolaboracji ATLAS,

skoncentrowała się na poszukiwaniach sygnału spoza Modelu Standardowego w procesach produkcji pary bozonów cechowania W^+W^- w zderzeniach proton-proton przy energii 13 TeV w oparciu o dane odpowiadające całkowitej świetlności 36.1 fb^{-1} . Końcowe bozony W zidentyfikowane były w kanale dwuleptonowym, w którym jeden bozon W rozpada się na elektron i odpowiadające (anty)neutrino, a drugi W na mion o przeciwnym znaku elektrycznym i odpowiednie (anty) neutrino $pp \rightarrow W^+W^- \rightarrow e^\pm \nu_e \mu^\mp \nu_\mu$.

W ocenie wkładu Habilitanta do prac [H1]-[H4] opieram się o oświadczenie dra Andreasa Hoeckera (CERN Senior Research Physicist, Spokesperson ATLAS Collaboration), potwierdzające istotny udział Mariusza Dyndała w prowadzone prace doświadczalne, analizę wyników pomiarów, wyciąganie wniosków fizycznych i redakcję publikacji. Dr. Hoecker stwierdza, że Habilitant procesie przygotowywania tych prac uczestniczył w zbieraniu danych doświadczalnych, reprezentował grupy analizujące dane na forum kolaboracji, przeprowadzał weryfikację otrzymanych wyników, analizował niepewności systematyczne i brał udział w zatwierdzaniu wyników końcowych do publikacji. Był autorem lub współautorem dokumentacji wewnętrznej analiz, na podstawie których powstały te prace, zajmował się generowaniem próbek Monte Carlo i optymalizacją identyfikacji fotonów, był autorem nowych idei do szacowania tła, zajmował się kalibracją detektora na podstawie zebranych danych, prowadził analizę statystyczną wyników i brał udział w redagowaniu tych prac.

Dwie kolejne prace [H5] i [H6] (każda z nich jest czteroautorska) powstały poza kolaboracją ATLAS i proponują przeprowadzenie nowatorskich pomiarów w kolejnych latach pracy detektora ATLAS. W pracy [H5], opublikowanej w Physical Review D i cytowanej 4 razy, zaproponowana została nowa metoda pomiaru partonowego rozkładu fotonu w protonie (tzw. photon PDF). Dzięki dużemu strumieniowi kwazi-rzeczywistych fotonów z jąder ołowiu w LHC produkcja pary leptonów indukowana przez fotony mogłaby dostarczyć w procesie rozpraszania jąder ołowiu na protonach metody próbkowania rozkładu fotonów w protonie. W pewnym sensie proces $Pb + p \rightarrow \ell^+ \ell^- + X$, w którym fotony emitowane przez ołów produkują parę leptonów na protonie, jest analogiem rozpraszania głęboko nieelastycznego leptonów na protonie. Dzięki temu, że strumień fotonów skaluje się jak Z^2 , a tło od procesów silnych QCD skaluje się jak A (gdzie Z i A są odpowiednio ładunkiem elektrycznym i liczbą nukleonów jądra ołowiu), można oczekiwać, że w tym procesie tło od QCD będzie istotnie stłumione w porównaniu do procesu rozpraszania protonów na protonach. W pracy przeprowadzono obliczenia przekroju czynnego na ten proces, zidentyfikowano optymalny wybór skali faktoryzacji i oszacowano liczbę spodziewanych przypadków tego procesu w zebranych dotychczas danych doświadczalnych. Habilitant w Autoreferacie stwierdza, że był głównym pomysłodawcą koncepcji tej pracy i metod badawczych, kordynował prowadzenie obliczeń i przygotował rękopis pracy. W dokumentacji brakuje oświadczeń pozostałych trzech współautorów.

W pracy [H6], opublikowanej w Physics Letters B i cytowanej 14 razy, postawiono pytanie, czy w analizując proces $\gamma\gamma \rightarrow \tau^+\tau^-$ w ultraperyferycznym zderzeniu jonów ołowiu w LHC można będzie przeprowadzić pomiar anomalnego momentu magnetycznego (a_τ) i elektrycznego momentu (d_τ) leptonu τ . Jest to interesująca propozycja, gdyż obecne najlepsze ograniczenie na a_τ pochodzi z czasów LEP i jest o czynnik rzędu 10 gorsze od wartości przewidywanej przez Model Standardowy. W pracy wyprowadzony został wzór na przekrój czynny przez splot funkcji opisującej strumień fotonów od ciężkich jonów z wyrażeniem na elementarny proces $\gamma\gamma \rightarrow \tau^+\tau^-$ z leptonami τ rozpadającymi się semileptonowo w obszarze detektora ATLAS. Zauważono, że porównując uzyskany wynik z procesami $\gamma\gamma \rightarrow \ell^+\ell^-$ ($\ell = e\mu$) można zredukować niepewności teoretyczne i statystyczne. Oszacowano również, że na podstawie obecnie zebranych danych wynik dla a_τ mógłby być o czynnik 2 lepszy od obecnego ograniczenia z LEP i poprawiony dodatkowo o czynnik 2 przy wysokiej świetlności LHC (HL-LHC). Jeśli chodzi o pomiar d_τ , to autorzy pracy oczekują wyniku porównywalnego z obecnym ograniczeniem uzyskanym przez eksperyment Belle. Zgodnie z oświadczeniem współautora prof. dr. hab. Antoniego Szczurka idea pracy [H6] pochodziła od Habilitanta, który przedstawił sposób przeprowadzenia analizy i koordynował obliczenia. Jego też był pomysł użycia procesów $\gamma\gamma \rightarrow \ell^+\ell^-$ do redukcji niepewności obliczeń. W tym przypadku brakuje również oświadczeń pozostałych dwóch współautorów.

W mojej ocenie osiągnięcie naukowe Habilitanta wnosi istotny wkład w lepsze zrozumienie oddziaływań elektroślabych w Modelu Standardowym, jak i wychodząc poza ramy tego modelu. Za szczególnie cenne uważam prace [H5] i [H6], w których zostały zaproponowane nowatorskie pomysły analizy danych zebranych dotychczas i w przyszłości, które mogą przyczynić się do lepszego poznania struktury nukleonu i własności elektroślabych leptonu τ . Prace wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej ukazały się w wiodących, recenzowanych czasopismach naukowych w dziedzinie fizyki cząstek elementarnych o międzynarodowym zasięgu.

Dr Mateusz Dyndał uczestniczył w kilku projektach badawczych. Jego doktorat był wykonany w ramach projektu Doctorat Cotutuelle, finansowanego przez Ambasadę Francji. Był wykonawcą w projekcie NCN OPUS 3 i w projekcie NAWA PROM. Obecnie jest kierownikiem projektu NAWA Polskie Powroty 3 (2020-2024).

Kandydat do stopnia doktora habilitowanego ma doświadczenie dydaktyczne zdobyte w trakcie studiów doktoranckich i rok po ich ukończeniu. Przez 3 lata prowadził zajęcia dydaktyczne (łącznie 270 godzin), w tym zajęcia laboratoryjne z fizyki ogólnej dla studentów AGH. Uczestniczył też w przygotowaniu i prowadzeniu zajęć fakultatywnych dotyczących środowiska programistycznego Geant4. W czasie staży podoktorskich w DESY i CERN sprawował opiekę naukową nad jednym projektem magisterskim oraz

nad studentami przyjeżdżającymi na letnie praktyki do tych ośrodków. Jest też aktywny na polu popularyzacji nauki. Udzielił kilku wywiadów radiowych, brał udział w przygotowaniu notatek prasowych na temat pomiarów będących tematem pracy habilitacyjnej, współorganizował w tym roku w AGH warsztaty międzynarodowe tzw. Masterclasses hands on particle physics.

Podsumowanie:

Stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dra inż. Mateusza Dyndała spełnia wymagania merytoryczne stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego zgodnie z wymaganiami stawianymi w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Od strony formalnej odnotowuję brak oświadczeń pozostałych współautorów prac zgłoszonych jako habilitacja. W przypadku prac [H1]-[H4] trudno jest oczekiwać takich oświadczeń od ponad 3000 osób podpisanych pod tymi pracami, ale oczekiwałbym takich oświadczeń od współautorów prac [H5] i [H6]. Niemniej jednak wnoszę o dopuszczenie dra inż. Mateusza Dyndała do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.



Jan Kalinowski