

Prof. Bohdan Grzadkowski
 Wydział Fizyki
 Instytut Fizyki Teoretycznej
 02-093 Warszawa, ul. Pasteura 5
 tel. 22 5532848, e-mail: bohdan.grzadkowski@fuw.edu.pl



DZIEKANAT WYDZIAŁU FIZYKI
 WPŁYNIĘŁO

2019 -01- 08 *JBiele*

Warszawa 8 stycznia 2019

Ocena osiągnięć dr Marcina Badziaka

ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Dr Marcin Badziak ubiegający się o stopień doktora habilitowanego przedstawił Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów jednotematyczny cykl publikacji zatytułowany „Implikacje pomiarów własności bozonu Higgsa dla supersymetrycznych rozszerzeń Modelu Standardowego”. W skład cyklu wchodzi 12 prac opublikowanych w latach 2012-2018 w Modern Physics Letters A, Journal of High Energy Physics, Physical Review D, European Physical Journal C i Physical Review Letters. Współautorami przedstawionych prac byli E. Dudas, M. Olechowski, S. Pokorski, Z. Lalak, M. Lewicki, B. Allanach, C. Hugonie, R. Ziegler, G. Cottin, N. Desai, C. E. M. Wagner i K. Harigaya. Poniżej podsumowuję wkłady współautorów do zgłoszonych publikacji na podstawie ich oświadczeń:

[H1] E. Dudas ocenił swój udział w sposób opisowy, M. Olechowski i S. Pokorski po 20%, habilitant 70%,

[H2] bez współautorów, habilitant 100%,

[H3] M. Olechowski i S. Pokorski po 20%, habilitant 80%,

[H4] Z. Lalak i M. Lewicki ocenili swój udział w sposób opisowy, M. Olechowski i S. Pokorski po 20%, habilitant 70%,

[H5] M. Olechowski 40%, S. Pokorski 20%, habilitant 50%,

[H6] B. Allanach, C. Hugonie, R. Ziegler, ocenili swój udział w sposób opisowy, habilitant 50%,

[H7] B. C. Allanach, G. Cottin, N. Desai, C. Hugonie, R. Ziegler, ocenili swój udział w sposób opisowy, habilitant 20%,

[H8] C. E. M. Wagner, ocenił swój udział w sposób opisowy, habilitant 80%,

[H9] C. E. M. Wagner, ocenił swój udział w sposób opisowy, habilitant 80%,

[H10] K. Harigaya, ocenił swój udział w sposób opisowy, habilitant 60%,

[H11] K. Harigaya, ocenił swój udział w sposób opisowy, habilitant 50%,

[H12] K. Harigaya, ocenił swój udział w sposób opisowy, habilitant 60%,

Spośród przedstawionych prac jedna [H2] opublikowana w Modern Physics Letters A (IF: 1.110), jest autorstwa jedynie dr Badziaka, pozostałe opublikowane w czasopiśmie wysokiej rangi (IF: 4,5-9) są wielo-autorskie, w tym pięć prac dwu-autorskich, dwie prace trzy-autorskie, dwie prace cztero-autorskie, jedna pięćo-autorska i jedna sześćo-autorska.

W dostarczonych materiałach nie znalazłem oświadczenia G. Cottin, współautorki publikacji [H7], jest to zgodne z wymaganiami odpowiedniego rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Wkład dr. Badziaka do powyższych publikacji oceniam jako wystarczający w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Ocena rozprawy – jednotematycznego cyklu publikacji

Przedstawiony jednotematyczny cykl publikacji poświęcony jest badaniu konsekwencji odkrycia i pomiarów własności bozonu Higgsa w ramach supersymetrycznych uogólnień Modelu Standardowego (MS). Teorie supersymetryczne pozwalają na rozwiązanie tzw. problemu hierarchii, którego źródłem są kwadratowe rozbieżności kwantowych poprawek do masy bozonu Higgsa. W modelach supersymetrycznych tego typu rozbieżności znikają w sposób naturalny, na mocy supersymetrii. Pomimo, że problem hierarchii jest problemem estetyczno-filozoficznym, był on przez ostatnie 20-30 lat głównym motorem badań nad uogólnieniami MS. Bez wątpienia, teorie supersymetryczne, pozwalają na jego najbardziej eleganckie rozwiązanie. Pomimo swojej komplikacji są to najlepiej zbadane uogólnienia MS rozwiązujące problem hierarchii. Dodatkową, niezwykle istotną, zaletą modeli supersymetrycznych jest dostarczanie kandydata na cząstkę ciemnej materii, pozwala to na usunięcie podstawowej wady MS, jaką jest brak stabilnej cząstki, która mogłaby odgrywać rolę ciemnej materii. Wprawdzie dotychczas nie udało się zaobserwować cząstek przewidywanych przez modele badane przez dr. Badziaka, cząstki te są jednak nadal poszukiwane w LHC, a ich odkrycie jest wciąż możliwe. Gdyby tak się stało, analiza przedstawiona w rozprawie habilitacyjnej dr. Badziaka nabrałaby fundamentalnego znaczenia.

Poniżej omawiam najważniejsze rezultaty otrzymane w przedstawionych pracach:

[H1] rozważano ciekawą możliwość otrzymania dużej masy cząstki Higgsa zgodnej z pomiarem w przypadku tzw. odwróconej hierarchii mas sfermionów, czyli gdy dwie pierwsze generacje są dużo cięższe od trzeciej,

[H2] pokazano, że w ramach supersymetrycznych modeli wielkiej unifikacji SO(10) z unifikacją stałych Yukawy kwarków top, bottom i leptonu tau nieomal wszystkie cząstki supersymetryczne są poza zasięgiem LHC,

[H3] badano możliwości wzmocnienia współczynnika rozgałęzienia dla rozpadu $H \rightarrow \gamma\gamma$ w ramach unifikacji SO(10), pokazano, że konieczne są nieuniwersalne masy fermionów cechowania,

[H4] pokazano, że istnieje górne ograniczenie na masy niektórych cząstek supersymetrycznych przy założeniu, że MSSM poprawnie przewiduje anomalny moment magnetyczny mionu $(g - 2)_\mu$ oraz obserwowaną masę bozonu Higgsa,

[H5] pokazano, że w ramach niestandardowej wersji supersymetrycznego uogólnienia MS, NMSSM, efekty mieszania w macierzy masy pomiędzy CP-parzystymi bozonami Higgsa mogą o 6-8 GeV zwiększyć przewidywanie dla masy bozonu Higgsa, jest to ciekawy rezultat, który szybko został zauważony przez innych badaczy (90 cytowań według inSPIRE),

[H6] pokazano, że w modelu zaproponowanym przez Delgado, Giudice i Slavich (DGS) z dynamicznym generowaniem parametrów μ i $B\mu$ znajduje się obszar w przestrzeni parametrów, który przewiduje poprawnie masę bozonu Higgsa i jednocześnie przewiduje względnie lekkie cząstki supersymetryczne, które mogłyby być zaobserwowane w LHC, [H7] kontynuacja badań nad modelem DGS, w szczególności analizowano przesunięte wierzchołki (displaced vertices) związane z rozpadami NLSP (druga najlżejsza cząstka supersymetryczna) na ciemną materię (LSP) i pseudo-skalarny singlet,

[H8,H9] badano do jakiego stopnia można wzmocnić stowarzyszoną produkcję bozonów Higgsa w stanie końcowym $\bar{t}t h$ w modelach supersymetrycznych, okazało się, że istotne wzmocnienie nie jest osiągalne w MSSM, ale już w NMSSM sygnał może być dwukrotnie silniejszy niż w MS, pokazano, że szczególnie atrakcyjny jest obszar parametrów z lekkim skalarnym singletem gdyż wtedy potencjalnie groźne bieguny Landaua (w ewolucji stałej sprzężenia λ w oddziaływaniu $\lambda SH_u H_d$) zostają przesunięte do wyższych energii,

[H10] badano supersymetryczny model typu Twin Higgs (TH), tego typu teorie przewidują istnienie bliźniaczej kopii stanów z MS, pokazano, że w modelu z dodatkową, spontanicznie złamaną symetrią cechowania $U(1)_X$, możliwe jest otrzymanie poprawnej wartości masy Higgsa przy względnie lekkich skwarkach top, o masie poniżej 1 TeV, przy poziomie dopasowania parametrów (*fine tuning*) poniżej 20%, bieguny Landaua w ewolucji stałej sprzężenia g_X grupy cechowania $U(1)_X$ pojawiają się przy energii niewiele wyższej niż skala oddziaływań elektroślabych,

[H11,12] autorzy starali się zbudować supersymetryczny model typu TH, w którym byłoby możliwe uniknięcie biegunów Landaua przy niskich energiach, okazało się to możliwe po zastąpieniu lokalnej grupy $U(1)_X$ przez grupę $SU(2)_X$, pokazano, że poprawną masę bozonu Higgsa można otrzymać dla bardzo lekkich skwarków nawet gdy nowe oddziaływania pozostają perturbacyjne aż do skali Plancka.

Prace będące składnikami przedstawionego jednotematycznego cyklu publikacji były cytowane 235 razy według Web of Science (289 według inSPIRE) (wszystkie cytowania). Najwyżej cytowane prace to: [H5] (70/90 cytowań), [H1] (32/34 cytowań) i [H2] (23/26 cytowań).

Podsumowując, przedstawiony cykl jednotematycznych publikacji przedstawia wyniki bardzo wnikliwej i ciekawej analizy konsekwencji pomiarów własności bozonu Higgsa w ramach kilku możliwych modeli supersymetrycznych. Szczególnie ciekawe i wartościowe rezultaty to:

- obserwacja, że istnieje górne ograniczenie na masy niektórych cząstek supersymetrycznych przy założeniu, że MSSM poprawnie przewiduje anomalny moment magnetyczny mionu $(g - 2)_\mu$ oraz obserwowaną masę bozonu Higgsa,
- wykazanie, że w ramach niestandardowej wersji supersymetrycznego uogólnienia MS, NMSSM, efekty mieszania w macierzy masy pomiędzy CP-parzystymi bozonami Higgsa mogą o 6-8 GeV zwiększyć przewidywanie dla masy bozonu Higgsa.

Warto podkreślić, że przedstawione prace świadczą o przemyślanej strategii badania modeli supersymetrycznych w obliczu pomiarów własności bozonu Higgsa i innych mierzonych obserwabli, np. $(g - 2)_\mu$. Wyniki badań przedstawione w pracach wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej stoją na najwyższym światowym poziomie. Dotyczy to wszystkich prac niezależnie od współautorów.

Ocena osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta

Habilitant jest autorem lub współautorem 26 prac opublikowanych w najlepszych czasopismach takich jak JHEP, PLB, PRL, EPJ C, JCAP, MPL A czy PRD. Jego wszystkie prace były cytowane (bez autocytowań) wg. Web of Science 486, natomiast wg. inSPIRE 578 razy. Indeks Hirscha dr. Badziaka wynosi wg. Web of Science 15, natomiast wg. inSPIRE 17. Zwykle dr Badziak publikuje 2-7 prac rocznie, średnio jego publikacje uzyskują (bez autocytowań) 18,7 cytowań wg. Web of Science i 22,2 wg. inSPIRE, oznacza to że są szybko zauważane przez innych badaczy. Najwięcej cytowań, 70 wg. Web of Science, uzyskały następujące publikacje dr. Badziaka:

- M. Badziak, "Interpreting the 750 GeV diphoton excess in minimal extensions of Two-Higgs-Doublet models", PL B759, 464-470 (2016),
- M. Badziak, M. Olechowski, S. Pokorski, "New regions in the NMSSM with a 125 GeV Higgs", JHEP 1306 (2013) 043.

Dotychczasowa kariera naukowa dr. Badziaka jest związana głównie z Uniwersytetem Warszawskim, gdzie skończył studia, obronił doktorat i gdzie pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Fizyki Teoretycznej w Katedrze Teorii Cząstek i Oddziaływań Elementarnych.

Dr Badziak kieruje projektem „Fenomenologiczne i teoretyczne aspekty nieminimalnych rozszerzeń Modelu Standardowego”, finansowanego przez NCN w ramach programu SONATA. W latach 2016-2018 był laureatem w programie MNiSzW „Mobilność Plus”, co umożliwiło mu dwuletni staż w University of California Berkeley. Wcześniej kierował projektem Homing Plus Bis (FNP) i Iuventus Plus (MNiSzW). Habilitant potrafi bardzo sprawnie uzyskać finansowanie swoich projektów badawczych.

Dr Badziak aktywnie uczestniczy w międzynarodowych konferencjach czy workshopach poświęconych teoretycznej fizyce wysokich energii, dotychczas wygłosił kilkadziesiąt referatów, w tym zaproszone referaty na konferencjach takich jak PLANCK, 49th Rencontres de Moriond: Electroweak Interactions and Unified Theories, Beyond the LHC Workshop, 1st Symposium Theory Meeting Experiment, Workshop "Higgs & BSM at 100 TeV" czy Workshop on New Physics Interpretations at the LHC.

Opisany przez mnie dorobek naukowy stoi na bardzo wysokim poziomie i z pewnością jest wystarczający do habilitacji.

Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta

Habilitant większość badań prowadzi we współpracy naukowcami z Europy i USA, jego główni współpracownicy to Ben Allanach (University of Cambridge, Wielka Brytania), Keisuke Harigaya (UC Berkeley, USA), Cyril Hugonie (University of Montpellier, Francja), Carlos Wagner (University of Chicago oraz Argonne National Laboratory, USA) oraz Robert Ziegler (CERN, Szwajcaria). Wszyscy jego zagraniczni współpracownicy to znani i uznani badacze, np. Carlos Wagner, index Hirscha (wszystkie publikacje) 80 wg. inSPIRE.

Dr. Badziak publikował wspólnie z badaczami tego kalibru co S. Pokorski (h=54), H. P Nilles (h=63), E. Dudas (h=46) czy A. Delgado (h=32). Liczne cytowania prac habilitanta świadczą o tym, że jest on cenionym badaczem w środowisku międzynarodowym. Z całą pewnością można powiedzieć, że dr Badziak zdobył sobie wysoką pozycję wśród badaczy zajmujących się teoretyczną fizyką wysokich energii.

Dr Badziak jest również członkiem grupy roboczej przy akceleratorze LHC: LHC Higgs Cross Section Working Group.

Dr Badziak był członkiem komitetów organizacyjnych trzech dużych międzynarodowych konferencji (Scalars 2013, PASCOS 2014 i Scalars 2015) organizowanych na Wydziale Fizyki UW.

Habilitant odbył dwa staże po-doktorskie w renomowanych uczelniach zagranicznych:

- University of California, Berkeley, 2016-2018,
- Cavendish Laboratory, University of Cambridge, (2011-2012).

Dr Badziak jest recenzentem dla European Physical Journal C, Journal of High Energy Physics i Physics Letters B.

Habilitant prowadził na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego następujące zajęcia dydaktyczne: Matematyka, Algebra, Analiza matematyczna, Elektrodynamika klasyczna, Mechanika klasyczna i Mechanika kwantowa.

Bardzo wysoko oceniam współpracę naukową i zaangażowanie organizacyjne dr. Badziaka.

Podsumowanie

Uważam, że dr Marcin Badziak spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane habilitantom. Jego osiągnięcia naukowe, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, wykazują znaczny wkład autora w rozwój reprezentowanej przez niego dyscypliny naukowej, a habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową. Jego aktywność naukowa i jej jakość z pewnością wykraczają ponad przeciętny poziom. Publikuje wyniki swoich prac w czasopiśmie z Listy Filadelfijskiej, prowadzi zajęcia dydaktyczne na Wydziale Fizyki UW oraz uczestniczy w działalności organizacyjnej. Wnoszę o dopuszczenie kandydata do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

