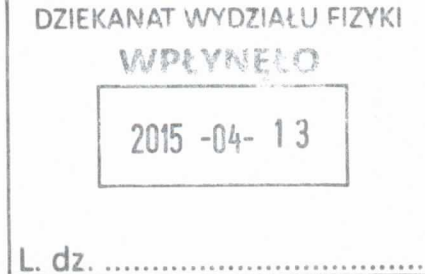


Prof. dr hab. Mariusz Witek  
Instytut Fizyki Jądrowej PAN  
ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków



Kraków 7.04.2015

### Ocena osiągnięć naukowo-badawczych dr Artura Kalinowskiego w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Ocena osiągnięć dr Artura Kalinowskiego opracowana została zgodnie z ustawą z dn. 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) oraz rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. Nr 196, poz. 1165).

#### Informacje wstępne

Pan dr Artur Kalinowski ukończył studia na Uniwersytecie Warszawskim w 2002 r. Jego praca magisterska wykonana w Kolegium Międzywydziałowych Indywidualnych Studiów Matematyczno-Przyrodniczych, zatytułowana „Optymalizacja algorytmu trygera mionowego detektora CMS w obecności szumów komór RPC” obroniona została z wyróżnieniem. Wkrótce potem rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Tematyka jego rozprawy doktorskiej dotyczyła badania potencjału poszukiwań cząstek Higgsa w eksperymencie CMS, „*Search for the heavy, neutral MSSM Higgs particles in the  $H/A \rightarrow \tau\tau + X$  channel in the CMS detector at the LHC*”. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk fizycznych Pan Artur Kalinowski został zatrudniony na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie kontynuował badania naukowe koncentrujące się wokół zagadnień poszukiwań cząstek Higgsa zarówno w ramach Modelu Standardowego jak i modelach jego rozszerzeń. Należy zauważyć, że tematyka ta stanowiła jeden z głównych celów programu badań na zderzacz LHC a badania doprowadziły do odkrycia bozonu Higgsa.

Swoje prace Habilitant prowadził w obrębie dwóch największych współprac realizujących eksperymenty na zderzacz LHC: CMS i ATLAS. Każda z tych współprac liczy wiele tysięcy członków. Specyfika pracy w tak dużych zespołach wymaga odpowiedniego podejścia do oceny osiągnięć Habilitanta i dorobku naukowego. W szczególności należy zwrócić uwagę na skalę czasową współczesnych eksperymentów Fizyki Wysokiej Energii, gdzie okres przygotowań przed zarejestrowaniem pierwszych przypadków zderzeń trwa kilkanaście lat. Prace przygotowawcze wymagają dużego wspólnego wysiłku całej współpracy i prowadzone są w dużych dedykowanych danemu tematowi grupach, a w ramach takich grup rozwija się wiele równoległych metod w celu opracowania najbardziej optymalnej, zapewniającej najwyższą czułość pomiarów fizycznych. Z oczywistych względów działalność w tym okresie nie prowadzi do publikacji wyników fizycznych, które mogą pojawić się dopiero po rozpoczęciu zbierania danych z eksperymentu.

## Ocena rozprawy

Rozprawa habilitacyjna pt. „Wybrane aspekty poszukiwań bozonu Higgsa z Modelu Standardowego w zderzeniach proton-proton w eksperymencie CMS przy LHC” została wydana w formie monografii naukowej przez Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego (ISBN 978-83-235-1708-5).

Tematyka rozprawy ma ogromne znaczenie poznawcze. Dotyczy poszukiwania bozonu przewidywanego przez mechanizm Brouta-Englerta-Higgsa (BEH), bozonu Higgsa. Poszukiwania tego bozonu trwały od momentu pełnego sformułowania Modelu Standardowego w latach siedemdziesiątych XX wieku, choć sam mechanizm BEH został zapostulowany już w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Trudności w poszukiwaniu bozonu Higgsa wiązały się z tym, że jego masa nie jest określona w ramach Modelu Standardowego a przewidywane przekroje czynne na jego produkcję są niezmiernie małe w porównaniu do całkowitego przekroju czynnego oddziaływań nieelastycznych. Do czasu ery LHC dostępne były jedynie dolne granice na masę lub oszacowania pochodzące z pomiarów pośrednich. Od momentu bezpośredniej obserwacji najcięższego kwarka w 1995 roku, bozon Higgsa pozostawał ostatnim nieodkrytym elementem Modelu Standardowego. Ten fakt był jednym z podstawowych motywów budowy zderzacza LHC oraz dwóch detektorów ogólnego przeznaczenia CMS i ATLAS.

Pan Artur Kalinowski w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk fizycznych kontynuował swoje zaangażowanie w poszukiwania bozonu Higgsa w różnych fazach realizacji eksperymentów CMS i ATLAS, zarówno w trakcie przygotowań jak i w trakcie analizy danych ze zderzeń proton-proton na LHC. Habilitant aktywnie uczestniczył w pracach nad tą kluczową tematyką, prowadzoną przez liczne grupy naukowe z laboratoriów całego świata i opisane w przedstawionej monografii.

Rozprawa napisana jest w języku polskim, liczy około 100 stron i składa się z dziesięciu rozdziałów oraz bibliografii zawierającej 131 pozycji. Dodatkowo, początek monografii uzupełniony został o opis prac wykonanych przez Habilitanta. Jest to niezmiernie istotna informacja do oceny wkładu własnego w przypadku udziału w dużych współpracach międzynarodowych. W celu kompletnego zaadresowania tematyki Habilitant przedstawił swoje prace w szerszym kontekście poszukiwań bozonu Higgsa w różnych kanałach rozpadu w eksperymencie CMS.

Rozdział pierwszy stanowi minimalne wprowadzenie do mechanizmu BEH w ramach Modelu Standardowego. Zwięzłość opisu zakłada dobrą wstępną znajomość modelu przez czytelnika lub konieczność pogłębienia wiedzy na bazie bibliografii. W rozdziale drugim przedstawione są najważniejsze systemy detektora CMS oraz opis rekonstrukcji przypadków dotyczący fizycznych obiektów. Trzeci rozdział zawiera istotne informacje dotyczące stosowanych metod statystycznych przy analizie poszukiwanego sygnału, w szczególności kryteria dla hipotez wykluczenia lub obserwacji (odkrycia). Rozdziały 4-8 poświęcone są analizie rozpadów bozonu Higgsa do różnych stanów końcowych. Najbardziej obszernie opisana jest analiza dla rozpadu  $H \rightarrow \tau\tau$  (rozdział 4) do którego Habilitant wniósł największy wkład. Rozdział 9 zawiera zestawienie wyników a rozdział 10 stanowi krótkie podsumowanie.

Rozdziały 4-8 posiadają jednolitą strukturę. Przedstawiają strategię analizy, selekcję kandydatów, wyznaczenie tła, dyskusję niepewności systematycznych oraz wyniki. Głównymi wynikami zaprezentowanymi w monografii jest odkrycie nowej cząstki o masie około  $125 \text{ GeV}/c^2$  oraz

zmierzeniu sprzężeń tej cząstki jako zgodnej z właściwościami przewidywanymi dla bozonu Higgsa z Modelem Standardowego.

Pod względem edytorskim monografia przygotowana została bardzo starannie. Redakcja przedstawionej monografii stanowiła spore wyzwanie ze względu na ogromny zakres poruszonych zagadnień. Różnymi aspektami poszukiwań bozonu Higgsa zajmowało się wiele grup naukowych współpracy CMS. Ujęcie tego w 100-stronicową monografię wymagało zwięzłości przy jednoczesnym zachowaniu logicznej spójności przedstawionego materiału. Według mnie Habilitant wywiązał się z tego zadania w sposób zadowalający. Zagadnienia poruszane w rozprawie są przedstawione zrozumiale, jednak ze względu na zaawansowaną tematykę, wymagają od czytelnika posiadania wiedzy specjalistycznej lub skorzystania z odniesień bibliograficznych. Poziom merytoryczny monografii poruszającej tak szeroki zakres zagadnień świadczy o bardzo dobrej znajomości przedstawionej tematyki i dojrzałego spojrzenia naukowego Habilitanta.

### **Ocena dorobku naukowego**

Charakter dorobku naukowego jest typowy dla udziału w dużej współpracy międzynarodowej, w tym przypadku dotyczy to dwóch eksperymentów, CMS i ATLAS. W trakcie studiów doktoranckich Pan Artur Kalinowski skoncentrował się na badaniu potencjału odkrywczego przy poszukiwaniach rozpadów bozonów Higgsa na dwa leptony tau w ramach supersymetrycznych rozszerzeń Modelu Standardowego. Wyniki tej analizy włączone zostały w publikacje eksperymentu CMS dotyczące potencjału programu fizycznego tego eksperymentu i prezentowane na wielu konferencjach naukowych, w tym także przez Habilitanta.

W okresie po obronie rozprawy doktorskiej Habilitant przebywał na kilku stażach w zagranicznych instytucjach naukowych. W latach 2008-2009 we współpracy ATLAS, a w późniejszym okresie we współpracy CMS. Prace dla eksperymentu ATLAS obejmowały rozwój algorytmów do identyfikacji hadronowych rozpadów leptonów tau wykorzystywanych w analizach off-line oraz rozwój algorytmów do identyfikacji leptonów tau w środowisku systemu wyzwalania on-line.

Od 2009 roku do dnia dzisiejszego Habilitant pracuje we współpracy CMS. W początkowej fazie wniósł wkład w opracowanie nowej metody rekonstrukcji obiektów fizycznych opartych o ideę „particle flow”, która jest obecnie podstawową metodą używaną w fazie rekonstrukcji przypadków tego eksperymentu. Wkrótce potem powrócił do prac związanych z sektorem Higgsa, do poszukiwań bozonu Higgsa z Modelu Standardowego w kanale rozpadu na leptony tau, gdzie jeden z leptonów rozpada się na mion i neutrino a drugi hadronowo. Jednym z istotnych elementów tej analizy był pomiar wydajności systemu wyzwalania dla tego rozpadu. Ze względu na stosunkowo niski przekrój czynny na produkcję bozonu Higgsa w porównaniu z ogromnym tłem pochodzącym od innych procesów Modelu Standardowego, kluczowym wyzwaniem było opracowanie metod szacowania tła oraz jego redukcji, które są niezbędne do pomyślnej obserwacji sygnału. Habilitant przeprowadził analizę dominujących przyczynków tła dla poszukiwanego rozpadu bozonu Higgsa.

Należy podkreślić znaczenie różnych aktywności naukowych w przypadku eksperymentów Fizyki Wysokich Energii. Przy dużym poziomie komplikacji współczesnych detektorów oraz ich ogromnej skali, okres przygotowawczy wymaga od pracowników naukowych włączenia się w szeroki zakres

prac. Dotyczy to rozwoju metod analizy, rozwoju algorytmów on-line, przeprowadzenia symulacji w celu optymalizacji konstrukcji detektora, wkładu w uruchomienie aparatury i walidacji działania a także udziału w obsłudze aparatury podczas zbierania danych. Są to ważne aktywności warunkujące odpowiednią jakość danych i wysoką wartość wyników końcowych. Dlatego wkład w okresie przygotowawczym należy uwzględnić przy ocenie dorobku z odpowiednią wagą w stosunku do wkładu związanego bezpośrednio z uzyskaniem wyników fizycznych w postaci publikacji dotyczących konkretnych pomiarów fizycznych. Pan dr Artur Kalinowski może pochwalić się znaczącym udziałem w pracach przygotowawczych eksperymentów. Wniósł wkład w projektowanie algorytmów systemu wyzwalania pierwszego stopnia na bazie informacji z komór mionowych eksperymentu CMS, w rozwój algorytmów wyższego stopnia wyzwalania opartych o identyfikacje rozpadów leptonów tau (CMS i ATLAS), w rozwój oprogramowania do monitorowania poprawności działania systemu wyzwalania (ATLAS) czy w rozwój metod rekonstrukcji obiektów fizycznych (CMS),

Analizując listę publikacji można zauważyć, że większość pozycji to publikacje wieloautorskie zawierające listę wszystkich aktywnych członków współprac eksperymentów (326 pozycji). Przy każdej publikacji Habilitant wyszczególnił swój procentowy wkład. W momencie składania wniosku, indeks Hirsch'a wynosił 37 przy całkowitej liczbie cytowań 7784 (bez samocytowań). Parametry te są stosunkowo wysokie nawet w środowisku fizyków pracujących w dużych eksperymentach Fizyki Wysokich Energii. Ważnym wykładnikiem wkładu własnego są publikacje z mniejszą liczbą autorów, wystąpienia konferencyjne oraz dokumentacja w postaci not technicznych eksperymentu. Spis publikacji zawiera dodatkowo pozycje wyróżnione jako zawierające bezpośredni wyszczególniony wkład Habilitanta: siedem artykułów z bazy JCR (niektóre w fazie publikacji) współpracy CMS związanych z tematyką bozonu Higgsa, trzy jedno-autorskie doniesienia konferencyjne współpracy CMS z bezpośrednim wkładem Habilitanta, dwie noty wewnętrzne współpracy CMS dotyczące rozwoju algorytmów „particle flow”, cztery pozycje z okresu pracy w eksperymencie ATLAS nad algorytmami dedykowanymi leptonom tau (dwie noty wewnętrzne i dwa doniesienia konferencyjne). Należy wspomnieć także o pracach fenomenologicznych w ramach współpracy z autorami programu *Tauola* oraz prace w grupie *LHC Higgs Cross Section Working Group* zrzeszającej fizyków eksperymentatorów ze współprac ATLAS i CMS oraz fizyków teoretyków.

W okresie po otrzymaniu stopnia doktora, Habilitant wygłosił 10 referatów na międzynarodowych konferencjach w imieniu eksperymentu CMS. W szczególności powierzenie przedstawienia wyników dotyczących bozonu Higgsa na konferencji „Physics at LHC” w Vancouver 2012 („*Combined results of SM Higgs searches at CMS*”) świadczy o uznaniu dokonań Habilitanta na forum eksperymentu CMS. Także lista nagród i wyróżnień może świadczyć o jakości i wysokim poziomie prac Habilitanta.

Całokształt działalności naukowej dra Artura Kalinowskiego oceniam jako znaczący, w szczególności wniósł istotny wkład w poszukiwania rozpadów bozonu Higgsa na leptony tau, który jest trudnym eksperymentalnie rozpadem i jednocześnie bardzo ważnym dla określenia natury bozonu Higgsa (określenia zgodności z przewidywaniami Modelu Standardowego).

Uważam, że dorobek naukowy dra Artura Kalinowskiego spełnia wymogi ustawowe o ubieganie się o stopień doktora habilitowanego.

### **Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej**

Dr Artur Kalinowski brał udział w działalności dydaktycznej Uniwersytetu Warszawskiego prowadząc różnorakie ćwiczenia i zajęcia ze studentami I i II stopnia. Opiekował się jedną pracą licencjacką oraz czterema pracami magisterskimi. Ocena działalności dydaktycznej jest zadowolająca, ale nie wyróżniająca biorąc pod uwagę zatrudnienie w jednostce uniwersyteckiej. Jest to jednak zrozumiałe ze względu na aktywność badawczą i charakter staży zagranicznych. Działalność dydaktyczna jest uzupełniona aktywnością popularyzatorską (artykuły popularno-naukowe, zajęcia dla uczniów szkół średnich, współorganizacja Festiwalu Nauki), którą uważam za znaczącą i pożyteczną.

Habilitant był współwykonawcą w trzech projektach badawczych i realizował jeden grant pełniąc funkcję kierownika. Obecnie realizuje projekt w charakterze głównego wykonawcy finansowany przez Narodowe Centrum Nauki.

### **Wniosek końcowy**

Dr Artur Kalinowski jest aktywnym fizykiem eksperymentatorem, który osiągnął dojrzałość do prowadzenia samodzielnej działalności badawczej, organizacyjnej i dydaktycznej. Uważam, że jego dorobek naukowy oraz przedłożona monografia spełnia warunki ustawowe o stopniach i tytule naukowym. Wnioskuje o dopuszczenie dra Artura Kalinowskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Mariusz Witek