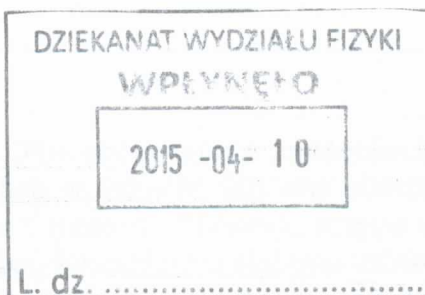


Prof. dr hab. Marek Idzik  
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej  
Akademia Górniczo-Hutnicza  
im. Stanisława Staszica w Krakowie



Kraków 07/04/2015

**Ocena  
rozprawy habilitacyjnej  
pt. "The Muon Trigger of the CMS experiment – design, performance, upgrade"  
oraz**

**dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej  
dr Marcina Koneckiego**

w związku z postępowaniem o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego

### **Wstęp**

Ponieważ prawie cały dorobek naukowy dr Marcina Koneckiego jest rezultatem działalności w jednym z największych na świecie zespołów naukowych, Współpracy CMS, a owocem tej działalności są setki publikacji wieloautorowych (ponad 2500 autorów), zatem naturalnym sposobem przedstawienia osiągnięcia naukowego było napisanie rozprawy habilitacyjnej, w której jednoznacznie wykaże on swój udział w osiągnięciach naukowych Współpracy CMS.

### **Ocena rozprawy habilitacyjnej**

#### *Zawartość rozprawy*

Monografia składa się z pięciu rozdziałów i trzech dodatków.

W pierwszym rozdziale przedstawiony jest detektor CMS, jego działanie oraz wczesne wyniki. Autor szczególną uwagę poświęca budowie dwustopniowego systemu trygerów eksperymentu CMS, w którym pierwszy stopień tzw. „Level-1” pozwala na redukcję przypadków z częstotliwości 40 MHz do poniżej 100 kHz, a drugi tzw. HLT (High-Level Trigger) pozwala zejść poniżej 1000 Hz. Następnie Autor omawia kolejne okresy pracy i zbierania danych eksperymentu, które doprowadziły do uzyskania w 2012 roku energii zderzeń 8 TeV i scałkowanej świetlności około 30 fb<sup>-1</sup>. Na koniec Autor opisuje różne testy poprawności działania detektora CMS, wykonane tak przed uruchomieniem zderzacza LHC, jak również na wczesnym etapie jego działania. Celem tych testów była kalibracja różnych detektorów, sprawdzenie poprawności algorytmów rekonstrukcji, czy porównanie odpowiedzi detektora z symulacjami. Właściwe przygotowanie detektora CMS potwierdzone zostało przez pomiary dobrze znanych procesów fizycznych, jak np. rozpadów mezonów  $\pi^0$  czy bozonów Z i W. Autor uczestniczył od początku we wszystkich fazach projektowania, konstrukcji i zbierania danych eksperymentu CMS, zatem miał rzeczywisty udział we wszystkich tych pracach. Znajduje to potwierdzenie także w dwóch prezentacjach [16,17] wygłoszonych przez Autora w imieniu Współpracy CMS.

Rozdział drugi poświęcony jest w całości trygerowi pierwszego stopnia czyli trygerowi „Level-1”. Nieodłącznym tematycznie dla tego rozdziału jest dodatek A, poświęcony systemowi PACT czyli systemowi trygera mionowego opartego na detektorach gazowych RPC (Resistive Plate Chamber). Niezrozumiałym dla recenzenta jest dlaczego opis trygera PACT, jako jednej z najważniejszych kontrybucji Autora w detektor CMS, znalazł się „tylko” w dodatku, a nie został wkomponowany w rozdział drugi. W rozdziale drugim Autor na początku wyjaśnia, że tryger globalny (GT) pobiera informację tak z trygera kalorymetrycznego jak i mionowego. Tryger mionowy, ważniejszy z punktu widzenia wkładu pracy Autora, składa się z trzech podsystemów

związanych z różnymi detektorami, a mianowicie RPC, DT (Drift Tubes) i CSC (Cathode Strip Chamber). Dalej, w rozdziale tym (jak również w dodatku A) Autor opisuje detale techniczne wszystkich podsystemów trygera „Level-1”. Niestety ilość użytych akronimów oraz detalicznych informacji liczbowych bardzo utrudnia czytelnikowi podążanie za podstawowym przekazem tego rozdziału i zmusza do ciągłego powracania do listy akronimów. Jest to niewątpliwie pewnym mankamentem tej części pracy. Rozdział kończy się dyskusją jakości działania trygera mionowego poprzez oszacowanie jego efektywności, częstotliwości wyzwoleń oraz poprawności przyporządkowania czasowego. Efektywność trygera osiąga plateau na poziomie 95% i nie spada ze wzrostem progu trygera. Częstotliwości wyzwoleń mogą być kontrolowane dla progów  $p_T$  poniżej 20 GeV/c, gdyż powyżej tego progu następuje wysycenie i kontrola jest nieefektywna. Udział niepoprawnych odpowiedzi trygera spowodowanych złym przyporządkowaniem czasu, jest na akceptowalnym poziomie jednego promila. Recenzentowi trochę brakowało, przy tak szczegółowym opisie różnych systemów trygerów, krótkiego opisu idei działania (a nie rozmiarów, parametrów) detektora RPC (popartej rysunkiem ideowym), gdyż jednym z głównych wkładów Autora w CMS był tryger dla tegoż właśnie detektora. Recenzent w pełni docenia natomiast prace naukowo-badawcze Autora w system trygera mionowego, wyrażone jego kontrybucją w TDR [10] oraz w system PACT [19]. Oczywistym potwierdzeniem tego wkładu jest poprawne funkcjonowanie trygera mionowego podczas pracy eksperymentu CMS.

W trzecim rozdziale Autor opisuje proces rekonstrukcji mionów w systemie trygera wysokiego poziomu czyli HLT. Podobnie jak w przypadku rozdziału drugiego, opis najważniejszych prac Autora czyli rozwój metod rekonstrukcji śladów za pomocą detektora pikselowego oraz rozwój algorytmów znajdowania izolowanych mionów, znajduje się odpowiednio w dodatkach B i C, a nie w głównej części pracy. W rozdziale tym Autor opisuje wpierw budowę systemu trygera HLT, by następnie przejść do algorytmów rekonstrukcji mionów. Algorytmy te zgrupowane są w moduły nazwane ścieżkami (paths), będącymi sekwencjami kroków rekonstrukcji i selekcji. Rekonstrukcja na podstawie danych kalorymetrycznych i systemu mionowego wykonywana jest szybciej i poprzedza rekonstrukcję z użyciem danych z krzemowego detektora śladowego. W celu uzyskania najlepszych wyników łączy się wyniki z wszystkich tych etapów, pamiętając że najdokładniejsze rezultaty otrzymuje się zwykle (dla  $p_T < 100 \text{ GeV/c}$ ) z krzemowego detektora śladów. Rekonstrukcja wykonywana w czasie rzeczywistym jest bardzo podobna do tej dokonywanej później na zapisanych danych. Podstawowy algorytm rekonstrukcji CTF (Combinatorial Track Finder) poszukuje wpierw tzw. ziarna (seeding), a następnie rozpoznaje wzorce (pattern recognition) i dopasowuje kinematykę. Wydajność algorytmów rekonstrukcji zależy od użytego typu detektora i różnych zmiennych. Przykładowo, wydajność rekonstrukcji HLT przy użyciu detektora pikselowego wynosi około 85%, a wydajność w znajdowaniu pierwotnego wierzchołka przez HLT wynosi około 92%. Autor napisał oprogramowanie oraz wykonał wiele analiz sprawdzających wydajność rekonstrukcji tak samego detektora pikselowego jak i kompletnego systemu trygera HLT. Potwierdzone jest to jego wkładem w HLT TDR [11], Physics TDR [13] oraz oddzielnymi publikacjami [14-16, 20-21, 61-63]. Podobnie jak przy rozdziale drugim, najlepszym potwierdzeniem solidnego wkładu Autora jest szereg publikacji Współpracy CMS, korzystających ze zrekonstruowanych przez jego oprogramowanie przypadków.

W rozdziale czwartym Autor przedstawia wybrane rezultaty eksperymentu CMS. Jako pierwsze przytoczone są pomiary i analizy rozpadu  $H \rightarrow \gamma\gamma$ , oraz  $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$ , które doprowadziły do odkrycia bozonu Higgsa, czyli do znalezienia brakującego ogniwa Modelu Standardowego. Choć Autor nie wykonywał bezpośrednio tych analiz, to jednak jego wkład w eksperyment CMS, szczególnie w system trygera, czyni go współautorem tego największego dotąd odkrycia. Autor był natomiast zaangażowany w analizy w mniej spektakularnym, ale również bardzo istotnym dla badań własności bozonu Higgsa, kanale rozpadu  $H \rightarrow \tau\tau$ . Ze względu jednak na istnienie neutrin w stanie końcowym oraz na wysokie tło pochodzące od rozpadów  $Z \rightarrow \tau\tau$ , analizy te obarczone są gorszą precyzją. Poza bosonem Higgsa eksperyment CMS prowadzi cały szereg pomiarów i analiz testujących zgodność z Modelem Standardowym, jak badania bozonów W, Z, kwatku t, produkcji dżetów i inne. Wkład Autora w powyższe osiągnięcia potwierdzony jest jego wystąpieniami w

imieniu Współpracy CMS [17,18]. W przypadku rozpadu  $H \rightarrow \tau\tau$  zaangażowanie Autora potwierdzone jest również jego promotorstwem pomocniczym w przewodzie doktorskim [85].

Rozdział piąty przedstawia perspektywy przyszłościowe eksperymentu CMS oraz podsumowuje prace Autora. Jeśli chodzi o niedaleką przyszłość to najprawdopodobniej Autor będzie mógł już niedługo (może w 2015 roku) uczestniczyć w zbieraniu i analizie danych przy energii zderzeń proton-proton 13 TeV. Natomiast podczas następnej przerwy w wiązce (2018-2020) nastąpi poważna modernizacja detektora, która dla Autora skutkuje zmianą trygera mionowego z trzech oddzielnych podsystemów detektorów (RPC, DT, CSC) na jeden nowy Muon Track Finder. Autor rozpoczął już prace nad tym nowym trygerem [18], również jako kierownik otrzymanego na ten cel grantu NCN.

### *Znaczenie uzyskanych wyników*

Autor brał/bierze udział w projekcie, konstrukcji, zbieraniu i analizie danych z jednego z najważniejszych na świecie eksperymentów przy największym na świecie zderzaczach hadronów LHC. Wyniki eksperymentu CMS, wraz z eksperymentem ATLAS, doprowadziły już do spektakularnego potwierdzenia istnienia bozonu Higgosa, czyli znalezienia najbardziej nurtującego, brakującego ogniwa Modelu Standardowego. Autor rozprawy, poprzez swoje badania, skupione głównie, choć nie tylko, na systemie trygera eksperymentu, wniósł swoją cząstkę tak w to odkrycie, jak i szereg innych wyników eksperymentu CMS. Zatem mogę stwierdzić, że uzyskane przez niego wyniki są znaczące.

### *Uwagi krytyczne*

Poniższe uwagi odnoszą się do drobnych uchybień, czasem też personalnego odbioru rozprawy przez recenzenta, nie podważają natomiast merytorycznej wartości rozprawy. Niektóre uwagi zostały już wymienione przy opisie zawartości pracy.

- niektóre części pracy czyta się bardzo trudno ze względu na bardzo dużą liczbę akronimów (>80), których znaczenie trzeba sobie ciągle przypominać. Przy tak dużej ich ilości Autor zapomniał nawet umieścić niektóre z nich (RU, DTLT) na liście akronimów,
- recenzent oczekiwałby raczej umieszczenia i opisanie podstawowego wkładu Autora w głównym tekście pracy, a nie w dodatkach A, B, C,
- w pracy pojawiają się czasem drobne błędy językowe, głównie proste pojedyncze pomyłki, natomiast w większej ilości miejsc Autor używa niepoprawnej formy czasowej, tzn. zamiast "is/are/was/were sent" pisze "is/are/was/were send", czy podobnie zamiast "is built" pisze "is build",
- w różnych miejscach pracy Autor podaje w kolejnych zdaniach bardzo dużą ilość informacji technicznych (wraz z danymi liczbowymi). Prawdopodobnie praca byłaby bardziej zrozumiała, gdyby zamiast długich opisów słownych zastosowano więcej rysunków ideowych, diagramów blokowych i tabel.
- Figure 1.1: jest 2012(green), powinno być 2012(blue).

### **Ocena działalności naukowo-badawczej**

Zgodnie z formalnymi kryteriami oceny działalności naukowo-badawczej (Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego) osiągnięcia dr Koneckiego obejmują:

1. autorstwo monografii habilitacyjnej pt. "The Muon Trigger of the CMS experiment – design, performance, upgrade",

2. współautorstwo w 369 publikacjach z listy JCR (Journal Citation Report),
3. sumaryczny impact factor 1609,939 według listy JCR,
4. całkowita liczba cytowań 9168 według bazy WoS (Web of Science), z czego 8325 bez autocytowań,
5. indeks Hirscha 37,
6. kierownictwo jednego projektu badawczego NCN oraz udział jako wykonawca w czterech innych projektach krajowych,
7. trzy nagrody Rektora Uniwersytetu Warszawskiego za działalność naukową (indywidualna, indywidualna II-go stopnia, zespołowa),
8. czternaście prezentacji na konferencjach międzynarodowych.

Powyższe zestawienie w pełni potwierdza spełnienie przez dr Koneckiego warunku wymaganego dorobku naukowego oraz istotnej aktywności naukowej. W tym miejscu należy zaznaczyć, że najważniejsza część tego dorobku, czyli rzeczywisty udział w opublikowanych wynikach eksperymentu CMS, potwierdzona jest nie tylko monografią habilitacyjną, ale również:

- ośmioma wystąpieniami na konferencjach międzynarodowych w imieniu zespołu CMS. Wystąpienia te obejmują całą tematykę opisaną w monografii dr Koneckiego, czyli tryger mionowy, algorytmy rekonstrukcji, prezentacje eksperymentu CMS wraz z jego wynikami,
- załączonym do dokumentacji przewodu habilitacyjnego listem kierownika eksperymentu CMS (Dr. Tiziano Camporesi). W liście tym potwierdzony jest szczególnie wkład dr Koneckiego w tryger mionowy, algorytmy rekonstrukcji i niektóre analizy fizyczne, zgodnie z przedstawianą przez dr Koneckiego monografią,
- pełnieniem funkcji Koordynatora aktywności Grupy Warszawskiej oraz zastępcy kierownika grupy w strukturze CMS.

### **Ocena działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej i współpracy międzynarodowej**

Oprócz pracy naukowej drugim filarem-powołaniem pracownika naukowego jest działalność dydaktyczna. Dr Marcin Konecki od wielu lat prowadzi taką działalność na Uniwersytecie Warszawskim, co w szczególności przejawia się / zaowocowało w:

- wieloletnich ćwiczeniach tablicowych i laboratoryjnych z takich przedmiotów jak: Podstawy fizyki, Termodynamika, Pracownia technik pomiarowych, Wstęp do fizyki I i II, Fizyka VBC, Fizyka IV i V, Rachunek błędów, Fizyka cząstek elementarnych (podczas stażu w Bazylei),
- promotorstwie pomocniczym w przewodzie doktorskim dr T. Fruboesa pt. „*Search for neutral Higgs boson in tau tau → mu + tau\_jet final state in the CMS experiment*”. Dr Konecki jest również opiekunem pomocniczym dwóch młodszych doktorantów,
- opiekunstwem czterech prac magisterskich i ośmiu prac licencjackich,
- dyplomem dziekana wydziału Fizyki za prowadzenie ćwiczeń z Podstaw fizyki.

Poza standardową działalnością dydaktyczną dr Konecki prowadzi różnorodną działalność popularyzatorską obejmującą: udział w festiwalach nauki i dniach otwartych fizyki, prezentacje popularnonaukowe, wykłady o cząstkach elementarnych w liceach warszawskich czy wykłady z cząstek elementarnych dla Uniwersytetu Otwartego przy Uniwersytecie Warszawskim.

W ramach swojej działalności naukowej Dr Konecki prowadzi współpracę międzynarodową, w szczególności:

- w latach 2000-2002 był stażystą w CERN,
- w latach 2002-2004 był stażystą na Uniwersytecie w Bazylei,
- wielokrotnie odbywał lub odbywa krótsze wizyty w CERN czy PSI.

W ramach współpracy międzynarodowej dr Konecki był zastępcą kierownika grupy RPC Detector

Performance Group, a obecnie kieruje trygerem RPC w strukturze Współpracy CMS.

Dr Konecki uczestniczy również w szeroko pojętej działalności organizacyjnej, będąc członkiem różnych komitetów/komisji (komitet organizacyjny konferencji „Physics at LHC” 2006, Komisja Wysokich Energii przy PAA 2009-2012, nieformalna grupa doradcza ds. CERN 2009-2010).

Z pełnym przekonaniem mogę stwierdzić, że dr Konecki w spełnia kryteria dotyczące dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej. Na szczególną uwagę zasługuje fakt promotorstwa pomocniczego przy jednym zakończonym i dwóch rozpoczętych doktoratach.

### **Opinia końcowa**

Uważam, że dr Marcin Konecki jest dojrzałym i aktywnym fizykiem eksperymentalnym, przygotowanym do samodzielnego prowadzenia działalności naukowej i dydaktycznej. Stwierdzam, że dorobek naukowy i dydaktyczny dr Koneckiego jest znaczący oraz że wykazuje on istotną aktywność naukową. Wnoszę zatem o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

