

Wpłynęło dn. 5.01.2017  
Wydział Fizyki  
dziekanat / Sekcja ds. pracowniczych  
podpis *Allen*

Warszawa, grudzień 2016

Prof. dr hab. Wojciech DOMINIK  
Instytut Fizyki Doświadczalnej  
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego  
ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa

### **Recenzja rozprawy habilitacyjnej oraz dorobku dr. Krzysztofa Piaseckiego**

Podstawą wniosku o nadanie dr. Krzysztofowi Piaseckiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego jest osiągnięcie naukowe zatytułowane „Emisja cząstek dziwnych z symetrycznych zderzeń jądro-jądro przy energii 2A GeV jako metoda badania własności gęstej materii hadronowej”. Osiągnięcie naukowe przedstawione jest w postaci sześciu prac naukowych. Na dzień pisania niniejszej recenzji wszystkie prace zostały już opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Publikacje stanowią monotematyczny cykl zgodny merytorycznie z tytułem osiągnięcia na naukowego zgłoszonym we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego.

Wynik naukowy związany jest z cyklem doświadczeń wykonanych w ośrodku GSI w Darmstadt z wykorzystaniem wiązek z synchrotronowego akceleratora ciężkich jonów SIS-18 w międzynarodowej współpracy badawczej FOPI, której uczestnikiem jest zespół naukowy Instytutu Fizyki Doświadczalnej Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Aparaturę doświadczalną FOPI stanowił modułowy spektrometr cząstek naładowanych otaczający tarczę stacjonarną. Układ pomiarowy FOPI działał w latach 1990-2010 i został zdemontowany w 2012 roku w związku z prowadzoną rozbudową systemu akceleratorowego do SIS-100/300. Dr Krzysztof Piasecki uczestniczył we wszystkich eksperymentach FOPI prowadzonych w latach 2005-2010 (zakończenie programu zbierania danych). Zespół badawczy FOPI w tym okresie zebrał dane oddziaływań Al+Al, Ni+Ni oraz Ni+Pb przy energii kinetycznej wiązki  $1.91 \cdot A$  GeV, a także Ru+Ru przy energii  $1.93 \cdot A$  GeV oraz p+p i  $\pi^-+p$  przy pędach pocisku, odpowiednio, 3.1 GeV/c i 1.7 GeV/c. Analiza materiału doświadczalnego reakcji Al+Al i Ni+Ni, zebranego w kampaniach eksperymentalnych w latach 2005, 2007 i 2008, oraz dodatkowo materiału doświadczalnego reakcji Ni+Ni przy energii  $1.93 \cdot A$  GeV zebranego wcześniej (eksperyment w 2003) stanowią podstawę przedkładanej rozprawy.

Publikacje oznaczone P1, P2 i P3 są wieloautorskimi pracami opublikowanymi w 2015 i 2016 roku w naukowych czasopismach recenzowanych o wysokim *impact factor* Phys. Rev. C (P1 i P3) oraz Eur. Phys Jour. A (P2). Dr Krzysztof Piasecki jest pierwszym autorem P1 i P3 z deklarowanym większością wkładem własnym i drugim autorem P2 o wkładzie własnym bardzo istotnym. Każdej z wymienionych prac towarzyszą cztery wymagane Rozporządzeniem Ministra NiSW oświadczenia

współautorów o ich wkładzie autorskim. Zdecydowanie można stwierdzić, iż wkład dr. Krzysztofa Piaseckiego w wykonanie analizy fizycznej i uzyskanie głównych wyników fizycznych jest wiodący.

Pozostałe trzy autorskie prace dr. Piaseckiego (oznaczone P4, P5 i P6) są publikacjami na podstawie jego wystąpień na międzynarodowych konferencjach w latach 2009-2013, na których reprezentował współpracę FOPI. Z doświadczenia pracy w dużych zespołach badawczych w doświadczalnej fizyce cząstek wiem, iż publikacje konferencyjne są w pełni autorskimi dziełami osób współpracę reprezentujących, choć z oczywistej konieczności włączają także dorobek wspólny. Ocena materiału publikacji pozwala sądzić, że taka sytuacja dotyczy wymienionych publikacji dr. Piaseckiego. Konfundująca jest jednak skromność Habilitanta w ustaleniu wkładu własnego na poziomie znacznie niższym niż pełny. Zwyczajowo w takiej sytuacji wkład autorski potwierdza oświadczenie kierownika (*spokesman*) współpracy. Oświadczenie takie przydatne byłoby dla wyjaśnienia ewentualnych wątpliwości dotyczących strony formalnej przedłożonej dokumentacji habilitacyjnej.

### **Ocena osiągnięcia naukowego**

Osiągnięcie naukowe wiąże się z badaniem własności materii jądrowej w zderzeniach jąder o energiach  $1.9 \cdot A$  GeV z tarczami stacjonarnymi. Autor wybrał dwie reakcje identycznych jąder pocisku i tarczy, dla których przeprowadził badania emisji mezonów  $K^+$ ,  $K^-$  i  $\phi$  w warunkach energii niższej niż progowa na bezpośrednią produkcję  $K^-$  i  $\phi$  w reakcji. Podprogowa produkcja mezonów  $\phi$  i naładowanych kaonów jest wiodącym tematem dzieła. Znaczenie badań doświadczalnych zderzeń jonów w tym obszarze energii Autor prawidłowo i przekonująco uzasadnia.

Obecny stan wiedzy przyjmuje kilka mechanizmów wyjaśniających produkcję cząstek z walencyjnym kwarkiem dziwnym poniżej progu energii na ich utworzenie w zderzeniu elementarnym nukleon-nukleon – dodatkowa energia Fermiego składników materii jądrowej, kanały wymiany dziwności w procesach wielostopniowych oraz zależność mas efektywnych hadronów od gęstości materii jądrowej. Precyzyjne pomiary rozkładów kinematycznych naładowanych kaonów oraz krotności hadronów z kwarkiem  $s$  umożliwiają zwiększenie precyzji modelowania ewolucji gorącej i gęstej materii jądrowej w mikroskopowych modelach transportu czy modelu termicznym. Rozkłady mierzone dla kaonów naładowanych mogą zawierać składowe pochodzące z rozpadów mezonów  $\phi$  na pary  $K^+K^-$ , co może wypaczać wyznaczoną z rozkładu wartość temperatury jako parametru charakteryzującego produkcję bezpośrednią. Wyznaczenie krotności produkcji mezonu  $\phi$  w funkcji stopnia centralności zderzeń jonów oraz odpowiednich rozkładów kinematycznych jest kwestią niezwykle istotną dla modelowania reakcji i walidacji proponowanych modeli.

W chwili podejmowania badań przez Autora dane doświadczalne o produkcji mezonów  $\phi$  były ubogie i zdecydowanie nie wystarczały do dokonania walidacji podejść modelowych. Dopiero w 2009 roku pojawiły się pierwsze statystycznie znaczące dane pochodzące z eksperymentu HADES badającego zderzenia  $Ar+KCl$  przy energii  $1.76 \cdot A$  GeV.

W swoich badaniach Habilitant wyznaczył średnie krotności produkcji mezonów  $\phi$  w obszarze pośrednich centralności zderzeń dla Al+Al oraz Ni+Ni, a także w obszarze centralnym dla zderzeń Ni+Ni. Ważnym wynikiem jest pokazanie silnej zależności krotności od stopnia centralności zderzenia. Znacząca statystyka  $\phi$  pozwoliła określić stosunek krotności produkcji  $\phi/K^-$  na  $0.36 \pm 0.05$  oraz stwierdzić brak istotnej zależności tej wartości od stopnia centralności zderzeń w zakresie centralności badanych. Uzyskane wyniki są zgodne z wynikami eksperymentu HADES dla bardziej podprogowych energii, co jest obserwacją niezwykle interesującą.

Uzyskany wynik pokazujący, iż aż 18% rejestrowanych mezonów  $K^-$  pochodzi z rozpadów  $\phi$  z innymi, niż dla bezpośrednio produkowanych ujemnych kaonów, rozkładami kinematycznymi, potwierdza konieczność precyzyjnego uwzględnienia procesów produkcji  $\phi$  w mikroskopowych modelach transportu oraz przy odniesieniu krotności produkowanych hadronów, temperatury i potencjału bariochemicznego do przewidywań modelu termicznego.

Przedstawione osiągnięcie jest znaczącym wkładem Habilitanta w badania światowe w tym obszarze. Zdecydowanie ilustruje bardzo dobre opanowanie warsztatu badawczego, co daje możliwość pełnienia przez dr. Piaseckiego wiodącej roli w zespołach podejmujących nowe wyzwania naukowe.

Rekonstrukcję i identyfikację naładowanych kaonów dr Piasecki wykonywał z wykorzystaniem informacji z cylindrycznej komory dryfowej (CDC) oraz detektora czasu przelotu (ToF). Większość materiału doświadczalnego FOPI zebrano z detektorem Plastic Wall – detektorem ToF o dość słabej rozdzielczości czasowej, co ograniczało pędowy zakres identyfikacji kaonów. Ważnym etapem zwiększenia zdolności pomiarowych FOPI było zainstalowanie detektora *Multi-strip Multi-gap Resistive Plate Chamber* (MMRPC) – gazowego detektora ToF o rozdzielczości czasowej  $\sigma < 100\text{ps}$  otaczającego obszar reakcji w części „do przodu” w zakresie kątowym  $37^\circ < \Theta_{\text{LAB}} < 70^\circ$ . Dołączenie detektora o znacznie lepszej czasowej i przestrzennej rozdzielczości niż stosowany wcześniej detektor Plastic Barrel umożliwiło identyfikację naładowanych kaonów w poszerzonym zakresie pędowym – aż do  $1\text{ GeV}/c$ , co Autor wyraźnie pokazuje w pracach P1 i P5. Autor uczestniczył w modernizacji i rozwoju aparatury FOPI. Pełna instalacja i uruchomienie MMRPC nastąpiło z końcem 2007 roku, co sprawiło, że tylko część danych Ni+Ni dawała możliwość prowadzenia rekonstrukcji i analiz z podwyższoną precyzją i w szerszym przedziale pędowym. Tym niemniej dokonanie stanowiło bardzo ważny etap rozwoju aparatury. Dr Piasecki w sposób istotny przyczynił się do włączenia MMRPC do pełnego układu pomiarowego FOPI – wyznaczył wewnętrzną wydajność detektora, określił rozkład przestrzenny wydajności, wyznaczył całkowitą wydajność układu CDC-MMRPC dla protonów, deuteronów, kaonów i mezonów  $\phi$  produkowanych w ostatnim eksperymencie Ni+Ni oraz dołączył detektor MMRPC do pakietu GEANT modelowania odpowiedzi aparatury FOPI. To osiągnięcie Habilitanta, chociaż nie zaowocowało dorobkiem publikacyjnym, zasługuje na zdecydowane podkreślenie.

## **Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta**

Dorobek naukowy Habilitanta, na dzień składania wniosku, liczył 28 publikacji w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, które cytowane były 257 razy bez cytowań prac własnych, a współczynnik Hirscha wynosił według bazy Web of Science  $h=10$ . Obiektywnie są to wartości na niezłym poziomie. Dorobek dr. Krzysztofa Piaseckiego można ocenić jako dobry bez odwoływania się do stosowanych powszechnie, czasem nadmiernie, wskaźników statystycznych.

Dr Piasecki w pełni i bieżąco koncentruje się na badaniach z wykorzystaniem zebranego przez współpracę FOPI materiału doświadczalnego, na co wskazuje chociażby zamieszczony w Autoreferacie nieopublikowany jeszcze wynik pokazujący krotności emisji hadronów w zderzeniach jonów porównane z wynikami modelowania w modelu termicznym uwzględniającym najnowsze rezultaty wyznaczania krotności mezonów  $K^+$ ,  $K^-$  i  $\phi$ . Dokładniejsze dopasowanie w modelu termicznym umożliwiło wyznaczenie parametrów modelu (temperatura i potencjał bariochemiczny) z lepszą dokładnością. Dr Krzysztof Piasecki zapowiada też w Autoreferacie, iż planuje podjąć analizę fizyczną danych zebranych w ostatnich latach działania aparatury FOPI, które nie doczekały się jeszcze pełnego opracowania. Nie jest to chyba najszczęśliwszy plan dalszej kariery naukowej. Aktywność zespołu FOPI zdecydowanie zmniejszyła się od chwili demontażu aparatury (widoczny zanik częstości publikacyjnej FOPI od 2010 w bazie Web of Science), gdyż członkowie zespołu prawdopodobnie podjęli intensywnie inne projekty badawcze. W tym kontekście dalszy rozwój kariery naukowej Habilitanta powinien wiązać się raczej z przedsięwzięciem przyszłościowym, przyciągającym młodych adeptów nauki do zespołu badawczego. Opinia powyższa nie stanowi w żadnym razie zarzutu wobec planów naukowych, a jedynie życzliwą sugestię.

We wczesnym okresie „podoktorskim” dr. Piasecki, równocześnie z zaangażowaniem w projekt FOPI, kontynuował prace naukowe w ramach grupy badawczej TAPS oraz podjął współpracę z zespołem przygotowującym eksperyment CBM przy planowanym w GSI nowym akceleratorze SIS-100/300. Udział we współpracy TAPS zakończył, a aktywność w zespole CBM zawiesił po wykonaniu badań symulacyjnych możliwości pomiaru produkcji  $J/\psi$  w kanale rozpadu na parę mionów dla kilku proponowanych wariantów układu pomiarowego. Bardzo ważne, na etapie planowania i ewaluacji układu pomiarowego CBM, wyniki przedstawiał na spotkaniach grupy CBM w latach 2006 i 2008. Biorąc pod uwagę wysokie kompetencje merytoryczne Habilitanta i umiejętność posługiwania się narzędziami numerycznymi symulacji doświadczeń w akceleratorowej fizyce jądrowej i analizy danych sądzę zdecydowanie, iż może on z łatwością reaktywować swoje zaangażowanie w projekt CBM.

## **Ocena działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej oraz w zakresie współpracy międzynarodowej**

Dr. Krzysztof Piasecki intensywnie i regularnie udzielał się w działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej w ciągu swojej pracy na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego oraz w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Ruprecht-

Karola w Heidelbergu (w latach 2008-2010). W Warszawie prowadził ćwiczenia rachunkowe do wykładów oraz zajęcia laboratoryjne. W Heidelbergu prowadził przez dwa lata zajęcia odpowiadające charakterem i poziomem „pracowni fizycznej zaawansowanej” oraz opiekował się pracą badawczą studentów w ramach laboratorium projektowego dla studiów II stopnia.

Miałem możliwość bezpośredniej obserwacji prowadzenia przez Habilitanta ćwiczeń rachunkowych do mojego wykładu oraz koordynowanych przeze mnie zajęć laboratoryjnych dla studentów studiów indywidualnych na Wydziale Fizyki UW. Zarówno poziom merytoryczny jak i sposób prowadzenia zajęć, a także rzetelność i zaangażowanie dr. Piaseckiego oceniam bardzo wysoko.

Warto podkreślić udział dr. Piaseckiego w tłumaczeniu polskiego wydania dwóch anglojęzycznych podręczników akademickich z fizyki. Także niezwykle pozytywnie oceniam fakt regularnego prowadzenia w ostatnich czterech latach przez Habilitanta zajęć popularnonaukowych organizowanych na Wydziale Fizyki UW dla uczniów szkół gimnazjalnych i liceów.

Dr. Piasecki był też opiekunem dwóch ukończonych prac licencjackich, a dwie kolejne prace dyplomowe pod jego kierunkiem są w toku.

Fakt organizacji w bieżącym roku przez dr. Krzysztofa Piaseckiego międzynarodowej konferencji „The 3<sup>rd</sup> Strangeness Workshop – Spring 2016” podkreśla międzynarodową pozycję naukową Habilitanta w dziedzinie badań mechanizmów produkcji cząstek dziwnych w zderzeniach jonów. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, Habilitant wygłaszał referaty na kilkunastu konferencjach międzynarodowych. Regularnie prezentował wyniki swoich prac na wewnętrznych spotkaniach zespołu badawczego FOPI.

Odbyte przez dr. Krzysztofa Piaseckiego staże naukowe w instytutach akademickich i badawczych w Heidelbergu, Giessen, Groningen oraz w Darmstadt – w sumie prawie cztery lata w okresie 1999-2010, dają solidne podstawy podejmowania przez niego w przyszłości projektów badawczych w ramach międzynarodowej współpracy.

### **Wniosek końcowy**

Podsumowując stwierdzam, że w mojej opinii dr Krzysztof Piasecki spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi związane z nadaniem stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych. Przedstawione osiągnięcie naukowe jest wartościowe. Dr Krzysztof Piasecki posiada również znaczące doświadczenie dydaktyczne oraz sukcesy na polu popularyzacji nauki..

Wnioskuje o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

