

dr hab. Agnieszka Kulińska
Instytut Fizyki Jądrowej
im. H. Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk
w Krakowie

Kraków, 20.05.2020

**Ocena osiągnięcia naukowego „Badania zanieczyszczeń plazmy utrzymywanej w polu magnetycznym w celu optymalizacji technologii termojądrowej konwersji energii”
oraz ogólnego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr Agaty Chomiczewskiej
przedstawionego w postępowaniu o nadanie stopnie doktora habilitowanego**

Podstawowe informacje o kandydatce

Pani dr Agata Chomiczewska ukończyła studia fizyki ze stopniem magistra fizyki na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w 2004 roku. Stopień doktora nauk fizycznych uzyskała Narodowym Centrum Badań Jądrowych w 2012 roku na podstawie rozprawy zatytułowanej „Badanie zanieczyszczeń plazmy termojądrowej w tokamaku JET z zastosowaniem nowej techniki spektroskopowej z zakresu VUV”, której promotorem był prof. dr hab. Jerzy Wołoski. Od 2005 roku pracuje z Instytucie Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy kolejno na stanowisku asystenta, adiunkta (2005-2014), a od 2014 roku jest kierownikiem Laboratorium Badań Plazmy Metodami Spektroskopowymi w Zakładzie Fuzji Jądrowej i Spektroskopii Plazmy.

Charakterystyka dorobku naukowego

Pani dr Agata Chomiczewska od początku swej kariery naukowej zaangażowała się w prace prowadzone na dużych urządzeniach badawczych, takich jak JET, ASDEX-Upgrade, TCV, W7-X, związanych z programem rozwoju badań nad kontrolowaną fuzją termojądrową. Głównym tematem zainteresowań naukowych było i jest badanie zanieczyszczeń plazmy powstających w urządzeniach termojądrowych m.in. ich analiza, charakterystyka transportu, wpływ na parametry plazmy. Współpracowała z grupą z Culham (CCFE), gdzie została opracowana nowatorska i efektywna metoda analizy zanieczyszczeń o średnim Z w tokamaku JET. Problem ten był tematem Jej pracy doktorskiej. Badania nad zanieczyszczeniami kontynuowała w kolejnych latach, rozwijając swoje zainteresowania w poszukiwaniu najlepszej metody ich diagnostyki, charakterystyki, opisu wpływu na parametry plazmy.

Jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora, zaangażowała się w prace związane z opracowaniem i budową diagnostyki PHA (Pulse High Analysis) dla stellaratora W7-X, przeprowadzając symulacje numeryczne kodem RayX widma rentgenowskiego, badając wpływ geometrii układu diagnostycznego, czasu akwizycji i grubości filtrów. Wyniki symulacji okazały się istotne dla optymalizacji poszczególnych części diagnostyk, a PHA został włączona do diagnostyk plazmy w W7-X mierzących zanieczyszczenia plazmy

centralnej, wykorzystano ją również do wyznaczenia temperatury elektronowej plazmy oraz wyznaczenia ładunku Z_{eff} porównując widma eksperymentalne z teoretycznymi. Optymalizacja diagnostyki pozwoliła w kolejnych eksperymentach na zidentyfikowanie linii C i O oraz licznych zanieczyszczeń w tym metalicznych o średnim i wysokim Z (Cr, Fe, Ni i Cu oraz Si, Ti, V, Mn, Mo, W).

Habilitantka uczestniczyła w licznych eksperymentach na dużych urządzeniach termojądrowych, tokamakach (JET, ASDEX-Upgrade, TCV), stellaratorze W7-X, i układzie heliakalnym LHD pogłębiając swoją wiedzę i warsztat wnosząc znaczący wkład do wyników uzyskiwanych w danych grupach. Do zbadania i opisu charakterystyki zachowania metalicznych zanieczyszczeń wykorzystwała dane uzyskane z różnego typu diagnostyk jak np. dekonwolucja sygnałów miękkiego promieniowania rentgenowskiego (SXR), dane spektroskopowe z zakresu skrajnego ultrafioletu (XUV) i ultrafioletu próżniowego (VUV) wykazując się dużą znajomością różnorodnych układów eksperymentalnych oraz umiejętnością opracowywania i analizy danych z nich uzyskanych.

Pani dr Agata Chomiczewska aktywnie uczestniczyła i nadal uczestniczy w projektach badawczych europejskich i międzynarodowych m.in. w ramach europejskiego projektu EURATOM (EURATOM-P2, -UT1, -P1), akcjach COST, EFDA. Współpracę międzynarodową kontynuowała biorąc udział w kolejnych projektach zarówno, jako wykonawca jak również jako kierownik (m.in. w latach 2012-2013 EFDA WP12-IPH-A11-3-03/PS-01/IPPLM, WP13-IPH-A11-P3-01/IPPLM/PS). Jest także koordynatorem naukowym i wykonawcą pakietu badawczego EUROfusion WPJET1:JET Experimental Campaigns (od 2013) i WPMST1: Medium-Size Tokamak Campaigns (od 2014) oraz wykonawcą w WPS1: Preparation and Exploitation of W7-X Campaigns (od 2016) i WP18.S1.A1.T4 Qualifications of TESPEL for W7-X OPI.2b: experiments and analysis on TJ-II and LHD and preparation for W7-X (od 2017). Od 2017 roku jest międzynarodowym koordynatorem projektu "T17-06: Impact of ICRH on impurities for optimisation of scenarios" w ramach WPJET1. Powierzenie p. Chomiczewskiej funkcji koordynatora naukowego projektów i działań w ramach EUROfusion świadczy o docenieniu wyników Jej pracy i doświadczenia.

Swoje doświadczenie w pracy naukowej Habilitantka zdobywała (już, jako doktorantka) biorąc udział w szkołach naukowych i odbywając staże w uznanych ośrodkach naukowych m.in. Ciemat w Hiszpanii, NIFS w Japonii, EPFL w Szwajcarii, IPP (Garching i Greifswald) w Niemczech, Culham w Wielkiej Brytanii. W czasie licznych krótkich jedno- do dwutygodniowych oraz dłuższych 1-3 miesięcznych wyjazdów brała udział w eksperymentach i kampaniach eksperymentalnych prowadzonych na różnych układach i urządzeniach badawczych. Spędziła 3 lata w Culham, uczestnicząc w kampaniach eksperymentalnych na tokamaku JET, wykonując analizę wyników, modelowanie, doskonaląc swoje umiejętności i wnosząc swój znaczący wkład w realizację prowadzonych badań o czym świadczą liczne publikacje, których Habilitantka jest współautorką.

Dr Chomiczewska brała aktywny udział w 31 (w tym 16 po doktoracie) międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych i tematycznych wygłaszając 9 referatów oraz prezentując wyniki swoich badań, ponadto jest współautorem licznych doniesień konferencyjnych (ok 60 posterów i wystąpień ustnych) prezentowanych przez

współpracowników. Na spotkaniach grup roboczych projektów, w których pracowała, seminariach i innych zebraniach wygłosiła 40 referatów. Uczestniczyła w 17 międzynarodowych spotkaniach koordynacyjnych dotyczących planowania kampanii eksperymentalnych i prac badawczych.

Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego

Jako osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego pani Agata Chomiczewska przedstawiła zbiór dziewiętnastu publikacji (A1-A19) pod wspólnym tytułem *Badania zanieczyszczeń plazmy utrzymywanej w polu magnetycznym w celu optymalizacji technologii termojądrowej konwersji energii*. Większość z nich powstała w wyniku prac prowadzonych na największych urządzeniach termojądrowych (JET, ASDEX-Upgrade i W7-X) we współpracy z dużymi zespołami badawczymi przy udziale Habilitantki oszacowanym przez nią na od 20% do 80%. Dla większości publikacji zebrane zostały oświadczenia prawie wszystkich współautorów. Oświadczenia głównych autorów publikacji oraz liderów grup uważam, za najistotniejsze w potwierdzeniu i ocenie wkładu p. Chomiczewskiej w ich powstanie. W czterech pracach Habilitantka jest pierwszym, a w dwóch jedynym autorem. Osiągnięte wyniki zawarte w przedstawionych artykułach zostały podsumowane i opisane w obszernym autoreferacie.

Autoreferat jest podzielony na szesnaście podrozdziałów, w których Habilitantka podsumowuje, przeprowadzoną analizę wpływu poszczególnych czynników na zanieczyszczenia plazmy i ich charakterystykę (m.in. transport, koncentrację) oraz jaki to ma wpływ na parametry plazmy. Analizowane czynniki to: **1)** dodatkowe grzanie ICRH i NBI w reżimie niskiego (L-mode) i wysokiego (H-mode) utrzymywania plazmy (praca A12, A17, A18 oraz A9, A6), **2)** ewaporacja berylu (A12), **3)** gęstość brzegowa plazmy (A17, A12, A15), **4)** iniekcja paliwa deuterowego (A9, A2, A10, A16), **5)** częstotliwości ELM (A3, A6), **6)** formowanie hot-spots w obszarze limitera (A1), **7)** położenie warstwy rezonansowej jonów cyklotronowych (A9, A6), **8)** faza anteny ICRH (A15, A17, A9), **9)** konstrukcja anteny ICRH (A11, A8, A2, A3), **10)** scenariusz grzania ICRH i koncentracji jonów mniejszościowych (A19, A2, A13, A12, A9, A3), **11)** aktywność MHD (A16, A6), **12)** przejście z reżimu L- do H-mode (A14, A15), **13)** geometria dywertora i kształt plazmy (A14, A15, A4) oraz **14)** zewnętrzne domieszkowanie zanieczyszczeń (A10, A2, A9, A5, A7, A11). Posumowania opierają się na wynikach przedstawionych w 19 głównych publikacjach (A1-A19), będących podstawą postępowania jak również w 17 pracach z grupy B i 13 z grupy C. Najważniejsze wyniki badań i działania prowadzone przez Habilitantkę zostały zebrane i w punktach wymienione na końcu rozdziału.

Uzyskane wyniki uważam za bardzo cenne i mające ogromne znaczenie dla badań nad kontrolowaną syntezą termojądrową, w tym dla uzyskania dodatniego bilansu energetycznego. A także dla budowanego doświadczalnego reaktora termojądrowego ITER. Znaczenie i wpływ zanieczyszczeń, zwłaszcza pochodzących z elementów urządzenia bezpośrednio narażonych na kontakt z plazmą, na parametry plazmy są bardzo istotne dla projektowania i optymalizacji poszczególnych części. Szczególnie ważne i wnoszące znaczący wkład w rozwój badań nad fuzją termojądrową był wkład Habilitantki w wykazanie

znaczenia kontroli zanieczyszczeń wolframu i jego dopuszczalnej koncentracji w przewidywanych reżimach reaktorów, w opracowanie scenariuszy grzania ICRH dla ITER-a i dla plazmy DT w JET, w ukazanie znaczenia parametrów grzania ICRH i roli pozostałych czynników na optymalizację parametrów plazmy.

Opracowanie danych eksperymentalnych oraz analiza wyników m.in. z diagnostyk spektroskopowych, wykonana przez dr Chomiczewską miała kluczową rolę w zrozumieniu roli zanieczyszczeń, zwłaszcza wolframu, w uzyskaniu plazmy o jak najlepszych parametrach oraz optymalizacji układów takich jak, antena RF, proces grzania ICRH. Wyniki Jej analiz odegrały dominującą rolę w ustaleniu wpływu nowej konstrukcji anteny na produkcję zanieczyszczeń, a ponadto na stwierdzenie, że testowana w JET nowa antena RF (ITER-like) nie stanowi zagrożenia dla czystości plazmy. Pozwoliło to na optymalizację jej konstrukcji.

Uczestnicząc w pracach badawczych na stellaratorze W7-X, brała udział w opracowaniu diagnostyki PHA, zaproponowała i opracowała analizę zachowania zanieczyszczeń plazmy na skutek zmian konfiguracji pola magnetycznego (A4). Do badań nad zanieczyszczeniami Habilitantka doskonale wykorzystuje metody spektroskopowe promieniowania SXR, VUV, XUV, jak również rozwija je proponując nową technikę kalibracji względnej opartej na pomiarach widma ciągłego wolframu w zakresie długości fali 200-400 Å (A1, A2).

Wyznaczyła koncentrację zanieczyszczeń metalicznych plazmy w eksperymentach przeprowadzanych na różnych tokamakach (A5-A19). W pracy A3 przedstawia metody kontroli i minimalizacji domieszek metalicznych dla optymalizacji parametrów plazmy i scenariuszy grzania w tokamakach w perspektywie dla ITER-a.

Ponadto Habilitantka jest współautorką 69 (w tym 47 po uzyskaniu stopnia doktora) publikacji zawartych w bazie JCR (zebranych w grupie B) oraz 63 (37 po doktoracie) spoza bazy JCR (grupa C) niewchodzących w skład osiągnięcia będącego podstawą postępowania habilitacyjnego. Ponadto p. Chomiczewska od 2010 roku jest redaktorką lub współredaktorką rozdziałów kolejnych Annual Reportów IFPiLM.

W kwietniu 2019 index Hirscha według bazy Web of Science wynosił 19 (Scopus 21), a całkowita liczba cytowań WoS 1274, bez autocytowań 994 (Scopus 1415, bez autocytowań 1161). Obecnie w bazie Scopus h-Index wynosi 24, a całkowita liczba cytowań 1815, co świadczy o aktualności i zainteresowaniu tematyką badań prowadzonych przez Habilitantkę.

Działalność dydaktyczna, organizacyjne, recenzencka, popularyzacja nauki oraz współpraca międzynarodowa

Dr Chomiczewska jest współautorką materiałów do wykładu „Thermonuclear synthesis” przygotowanych dla Politechniki Warszawskiej, Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa, w ramach projektu współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Przygotowane przez nią „Wykłady dla nowych specjalności – studia 2-ego stopnia” wygrały konkurs w ramach projektu rozwoju dydaktycznego tegoż Wydziału PW. Prowadziła także wykłady przedmiotu „Wstęp do fizyki plazmy” na Wydziale Fizyki, potwierdzając swoje umiejętności dydaktyczne. Jest również promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej realizowanej obecnie w IFPiLM. Ponadto aktywnie uczestniczyła w popularyzacji nauki biorąc aktywny udział w Piknikach Naukowych Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik oraz Festiwalach Nauki.

Dr Chomiczewska jest recenzentką 7 manuskryptów zgłoszonych do publikacji w czasopiśmie z listy JCR.

Habilitantka może pochwalić się bogatymi osiągnięciami organizacyjnymi. Poza wspomnianymi już funkcjami koordynatora naukowego, od 2014 roku jest kierownikiem Laboratorium w IFPiLM. Była członkiem, a także przewodniczącą komitetów organizacyjnych 7 konferencji i szkół międzynarodowych, przewodniczyła sesjom tematycznym konferencji i spotkań międzynarodowych potwierdzając swoje umiejętności organizatorskie. Od 2012 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego, w latach 2008-2010 była członkiem Rady Naukowej IFPiLM, a w latach 2011-2015 pełniła w niej funkcję sekretarza.

Należy dodać, że dr Chomiczewska za swoje osiągnięcia naukowe i działania organizacyjne była wielokrotnie wyróżniona nagrodami. Otrzymała nagrodę dyrektora IFPiLM II stopnia w 2018, 2015, 2012 oraz nagrodę z dotacji statutowej w 2013 roku za swoją działalność na rzecz rozwoju młodych naukowców

Podsumowanie

Uważam, że przedstawione mi do recenzji osiągnięcia naukowe będące podstawą postępowania habilitacyjnego pani dr Agaty Chomiczewskiej, spełnia ustawowe wymogi osiągnięcia habilitacyjnego. Przedstawiony cykl prac wnosi wkład do rozwoju fizyki, do poznania wpływu zanieczyszczeń plazmy i metod ich analizy. W mojej opinii wiodąca rola Habilitantki jako eksperta w tej dziedzinie jest niezaprzeczalna. Potwierdzają to w swych oświadczeniach współautorzy, liderzy grup z którymi współpracowała, doceniając Jej wkład naukowy i organizacyjny w realizację badań.

Habilitantka zaczynała swoją karierę naukową, jako specjalistka od spektroskopii promieniowania VUV, kolejno opanowywała nowe diagnostyki spektroskopowe, rozwijała metody analizy danych. Obecnie jest specjalistka w wyznaczaniu koncentracji domieszek metalicznych w plazmie, analizowaniu ich zachowania i parametrów. Zdobyta wiedza i doświadczenie na polu badań nad zanieczyszczeniami w plazmie, oraz wkład, jaki włożyła w jej rozwój pozwoliły Jej na osiągnięcie statusu eksperta uznanego przez środowisko.

Bardzo wysoko oceniam: bogate i znaczące osiągnięcia na polu współpracy międzynarodowej, jako koordynator, kierownik i wykonawca licznych projektów, uznane działania organizacyjne, a także Jej aktywność dydaktyczną, popularyzatorską i recenzentką. Uważam, że aktywność badawcza i całkowity dorobek naukowy dr Agaty Chomiczewskiej uzyskany po doktoracie świadczy o Jej dużej wiedzy i potencjale badawczym w zakresie analizy zanieczyszczeń plazmy oraz o przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia badań naukowych i w pełni spełniają kryteria stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

Na podstawie przedstawionej oceny rekomenduję nadanie dr Agacie Chomiczewskiej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych.

Agnieszka Kulińska