



Warszawa, dnia 27.03.2026 r.

prof. dr hab. inż. Ryszard Romaniuk

Recenzja dorobku naukowego dr Marcina Jakubowskiego z Max Planck Institute for Plasma Physics w związku z ubieganiem się o stopień doktora habilitowanego

Podstawą wykonania recenzji jest Uchwała nr 02/2026 Rady Naukowej Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy im. Sylwestra Kaliskiego dotycząca powołania Komisji w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr Marcina Jakubowskiego dotyczącego osiągnięcia naukowego pt. Wpływ trójwymiarowej struktury pola magnetycznego na transport w plazmie. Postępowanie zostało wszczęte w dniu 29 sierpnia 2025 r. w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne. Pismo z dnia 22.01.2026 r., zawierające skład Komisji habilitacyjnej, jest podpisane przez dr hab. Katarzynę Krajewską, Przewodniczącą RN IFPiLM.

Dr Marcin Jakubowski uzyskał stopień naukowy doktora nauk fizycznych w roku 2004 w Ruhr-Universität w Bochum na podstawie pracy Magnetic field topology and heat flux patterns under the influence of the dynamic ergodic divertor of the TEXTOR tokamak. W latach 2007-2023 prowadził badania w Max-Planck-Institut für Plasmaphysik w Greisdorf. Od roku 2024 do chwili obecnej pełni funkcję kierownika projektów kolejno Wendelstein 7-X Stellaratora w kolaboracji EUROfusion. Specjalizacją naukową habilitanta jest fizyka plazmy, a szczególnie plazma w tokamakach i stellaratorach. Dr. Marcin Jakubowski jest członkiem Rady Naukowej Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy im. Sylwestra Kaliskiego, a także aktywnie i z sukcesami współpracuje z zespołem W7-X tego Instytutu. Formalnie w IPP pełni funkcję - EUROfusion Task Force Leader WP Wendelstein 7-X.

Pozycja bibliograficzna i społeczno-zawodowa Habilitanta w środowisku naukowym

Habilitant, osobiście jako uczonego i jego dorobek badawczy są szeroko dostępne w publicznych zasobach zawodowego Internetu. Obecność ta jest bardzo pozytywna wskazująca na wysoką ocenę działalności naukowej oraz uzyskanych wyników badawczych przez otwarte środowisko naukowe. Poniżej w skrócie recenzent przedstawia niektóre dane bibliometryczne Habilitanta z komentarzem recenzentkim. Omawiam także niektóre publikacje Habilitanta, te najliczniej cytowane, traktując je jako rodzaj rdzenia badawczego, który wzbudził największe zainteresowanie środowiska naukowego plazmy tokamakowej i stellaratorowej.

Profil osobisty Habilitanta w naukowej bazie repozytoryjnej Research Gate znajduje się pod adresem [/profile/Marcin-Jakubowski-3]. Habilitant jest tam zapisany jako Senior Researcher at Max Planck Institute for Plasma Physics. Podstawowe współczynniki w RG wynoszą: H=45, C=6140, RSI>2200,

R=31400, Rek=244, Frs=139, Fed=46. Są to wskaźniki zdecydowanie klasy profesorskiej, a więc i habilitacyjnej. Takie wskaźniki, i lepsze, posiadają w kraju tylko bardzo aktywni uczeni fizycy, i to najczęściej pracujący w dużych kolaboracjach eksperymentalnych. Do tej grupy zdecydowanie należy Habilitant. Wysoka wartość tych wskaźników wynika zarówno z własnego wkładu naukowego Habilitanta jak i udziału w międzynarodowej plazmowej kolaboracji tokamakowej i stellaratorowej. Dość trudno jest precyzyjnie destylować oba te wpływy, np. nie korzystając z materiałów Habilitanta, a w szczególności z autoreferatu. Jednak jest to możliwe na podstawie szczegółowej analizy dorobku źródłowego, układu współautorów, rozkładu cytowań, prezentacji konferencyjnych, analizy pomocniczych metamateriałów, itp.

Takie badania wykonał recenzent nie posilując się początkowo materiałami dostarczonymi z RDN i Komisji Habilitacyjnej. Jeden z wielu publicznych przykładów: materiały Czwartkowe Kolokwium Fizyczne, IF UMK Toruń 05.11.2020, M.Jakubowski, Ku syntezie termojądrowej: ITER i Wandelstein 7-X. Innym przykładem działania w niewielkim autorskim zespole krajowym IFPILM i IF US, jest ciekawa praca na temat kodu FINDIF do badań numerycznych brzegu plazmy w W7-X, Nukleonika 2023,68(4):83-90, doi:10.2478/nauka-2023-0011. Praca dotyczy transformacji tego kodu, używanego poprzednio dla tokamaka TEXTOR-DED, dla maszyny W7-X. Takich przykładów jest znacznie więcej. Wnioski dla recenzenta są jednoznaczne. Własny, oryginalny, autorski wkład Habilitanta w rozwój unikalnego systemu Stellaratora Wandelstein 7-X jest znaczny i niepomijalny. Habilitant dokłada się wyraźnie swoimi osiągnięciami osobistymi do ogólnego sukcesu wymienionej kolaboracji stellaratorowej i plazmowej.

Jako Featured Research Habilitant prezentuje w bazie bibliograficznej RG prace opublikowane ostatnio i już dość licznie cytowane, jak na czas publikacji. Praca Scrape-off layer and divertor physics, Chapter 5 of the special issue: on the path to tokamak burning plasma operations, Nuclear Fusion, marzec 2025, doi:10.1088/1741-4326/adaf42, jest 151 stronicowym wielo-autorskim rozdziałem wydania specjalnego poświęconego postępowi technologii tokamakowych. Praca była odczytywana ok. 500 razy i zgromadziła ponad 30 cytowań. Zespół autorów obejmuje w zasadzie wszystkie kluczowe zespoły badawcze tokamaków na świecie. Praca była koordynowana przez globalny tematyczny zespół techniczny ITPA – International Tokamak Physics Activity. Obecność Habilitanta w takim prestiżowym dziele wyraźnie wskazuje na wysoką ocenę Jego prac w tej dziedzinie. Habilitant jest także współautorem Rodziału 2 tego wydania specjalnego Transport and confinement physics: Chapter 2 on the path to tokamak burning plasma operation, Nuclear Fusion, February 2025, doi. 10.1088/1741-4326/ad8ced. Opracowanie jest, w pewnym sensie, odnowieniem poprzedniej analizy tego obszaru technologii tokamakowych wykonanej jakiś czas temu. Praca porównywana jest, w sensie postępu technologicznego, do przeglądu Progress in the ITER physics basis opublikowanej blisko 20 lat temu.

W dorobku Habilitanta zwraca uwagę relatywnie wczesna praca gdzie jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym: Jakubowski M.W. et al 2009 Overview of the results on divertor heat loads in RMP controlled H-mode plasmas on DIII-D Nucl. Fusion 49 095013, doi:10.1088/0029-5515/49/9/095013. Praca była pobierana ok. 2000 razy i zgromadziła 151 cytowań. Praca analizuje manipulację depozycją mocy na tarczach dywertaora w maszynie DIII-D poprzez zastosowanie rezonansowych zaburzeń magnetycznych (RMP) w celu tłumienia dużych zlokalizowanych modów krawędziowych typu I (ELM). W tym czasie (2004-2010) Habilitant pracował nad modelowaniem struktur pola magnetycznego i pomiarami przepływu ciepła w tokamaku TEXTOR-DED, a ogólnie w tokamakach z dywertorami poloidalnymi, w tym DIII-D, i posiada opublikowanych kilka prac więcej gdzie jest pierwszym autorem. Ten cykl prac jest ważny, ponieważ potem autor zdobywa tam doświadczenie w tematyce badania złożonej struktury pola 3D początkowo w klasycznych tokamakach, a następnie w stellaratorach.

Następne prace koncentrują się już na maszynie W7-X. Przykładem jest praca Habilitanta z tego obszaru, gdzie także jest pierwszym autorem: Jakubowski M. et al. 2021, Overview of the results from divertor experiments with attached and detached plasmas at Wendelstein 7-X and their implications for steady-state operation Nucl. Fusion 61 106003, doi:10.1088/1741-4326/ac1b68. Praca dotyczy badań nad warunkami pracy heliotronu z poloidalnym dyvertorem W7-X z długim impulsem i stabilności plazmy w takich warunkach z oddziaływaniem plazma - materiał obudowy. Praca o eksperymentach diwertorowych na W7-X była pobierana prawie 5000 razy i cytowana ok. 60 razy.

Profil habilitanta w naukowej bazie bibliometrycznej Scopus Elsevier znajduje się pod autorskim adresem ID: 9941906700. Profile dwóch uczonych o tym samym nazwisku są nieco pomieszane pod względem publikacji, a więc także indeksów. Drugi dr Marcin Jakubowski pracuje w NCBJ w Świerku i jego profil jest pod adresem: 24076291300. Profil ten posiada błędnie przypisane miejsce pracy do Instytutu Fizyki Plazmy w Garching. Dane bibliometryczne Habilitanta w Scopusie są następujące: C=6670, D=248, H=46. Profil cytowań Habilitanta nieustannie wzrasta w okresie ostatnich dwóch dekad. W okresie 2015-2024 Habilitant był pierwszym autorem w dwóch pracach, w pozostałych współautorem. Nie opublikował pracy jedno-autorskiej. Indeks FWCI (field weighted citation impact) dla prac gdzie jest pierwszym autorem wynosi ok. 3, a dla prac pozostałych ok. 1.7 czyli znacznie ponad przeciętną w deklarowanym obszarze badań. W bazie Scopus znajduje się już publikacja konferencyjna opublikowana w roku 2026: Overview of ICRF plasma production and heating in gas mixtures in stellarators, EPJ web of conferences, 2026, 346, 02007, doi:10.1051/epjconf/202634602007. W pracy badane są wyładowania ICRF (ion cyclotron range of frequencies) w stellaratorach, tokamakach, itp. Ciekawym aspektem tej pracy jest, że obejmuje ona wyniki zespołu z Instytutu Fizyki w Charkowie. Wyładowanie ICRF może być dodatkowym wydajnym źródłem grzania plazmy.

Ponad 10 prac w Scopusie, we współautorstwie Habilitanta, jest cytowanych powyżej 100 razy. Najliczniej cytowana praca to RMP ELM suppression in DIII-D plasma with ITER similar shapes and collisionalities, Nuclear Fusion 2008, doi:10.1088/0029-5515/48/2/024002; 378 cytowań, indeks FWCI= ok. 11, czyli bardzo wysoki. Praca dotyczy kształtowania pola w plazmach o geometrii podobnej do ITERa. Zwraca uwagę znaczna liczba cytowań tej pracy. Kolejna praca cytowana ok. 230 razy jest Overview of first Wendelstein 7-X high performance operation, Nuclear Fusion 2019, doi:10.1088/1741-4326/ab03a7. Jest to praca już bezpośrednio związana z głównym nurtem tematycznym badań Habilitanta i tematem osiągnięcia naukowego. Artykuł pokazuje pierwsze wyniki działania stellaratora po montażu grafitowego płaszcza termicznego i 10 chłodzonych inercyjnie wyspowych modułów diwertora.

Profile Habilitanta w bazie Web of Science Clarivate znajdują się pod adresami: [/wos/author/record/2309973], oraz [wos/author/record/29378351], także [/wos/author/record/87064202]. Profile WoS są generowane algorytmicznie i znajduje się w nich sporo błędów. Profil Habilitanta jest podzielony na dwa pokrywające się częściowo w latach 1997-2025 oraz 2004-2026. W zasadzie zrobienie porządku we własnej bibliografii w kluczowych bazach dostępnych globalnie jak WoS i Scopus powinno chyba leżeć w zakresie zainteresowania indywidualnego autora. Tutaj ten bałagan jest i w WoS i w Scopusie. Warto to może uporządkować, to jest niewielki wysiłek, po prostu kilka emaili do managementu tych baz. WoS wymienia organizacje w których działa lub działał Habilitant: Julich Research Centre, FZ Julich Euratom Assoc, Helmholtz Assoc, Univ. of Wisconsin Madison.

Najnowsza współautorska kolaboracyjna praca indeksowana w WoS to Correlation between radiated power and target heat flux in the Island divertor of W7-X, Nuclear Fusion, 66(2), doi:10.1088/1741-4326/ae2af3, opublikowana w lutym 2026r. Praca dotyczy ogólnie postępów badań nad właściwościami wyspowego diwertora W7-X. Straty radiacyjne z plazmy są komponentem

równowagi energetycznej w W7-X. Pomiary dotyczą promieniowania i jego rozkładu przestrzennego w diwertorze wyspowym. Praca znalazła już pierwsze cytowania.

Dane bibliometryczne Habilitanta w WoS są następujące po przybliżonym połączeniu rozdzielonych profili: liczba indeksowanych dokumentów $D=(ok)250$, indeks $H=46$, całkowita liczba cytowań $Ct=(ok)7000$, liczba cytowań bez autocytowań $Do=(ok)6000$, liczba cytujących artykułów ok. 3300. Habilitant oceniany jest indywidualnie w systemie bibliometrycznym WoS, po ręcznym połączeniu profili przez recenzenta na ok. 75 percentyl, innymi słowy na granicy Q1/Q2. To bardzo wysoka pozycja. Jak wiadomo, WoS dysponuje zaawansowanymi narzędziami analitycznymi dorobku indywidualnego autora, ale także i całego obszaru tematycznego gdzie autor ma kluczowy dorobek naukowy.

Taka analityka naukometryczna jest ostatnio wyposażana w dość zaawansowane narzędzia AI. Uzyskanie takich wskaźników jakie analityka WoS wylicza dla Habilitanta jest niemożliwe w warunkach indywidualnej pracy badawczej, a nawet w pracach zbiorowych ograniczonych do kraju. Konieczna jest do tego kolaboracja międzynarodowa pracująca na granicy poznania lub granicy obecnych technologii. Tutaj te warunki są spełnione. Habilitant pracuje nad granicznymi technologiami które mają dać efekt, w jak najbliższej przyszłości, w postaci efektywnego źródła energii fuzyjnej. Jedną ze ścieżek poprawy sprawności energetycznej stellaratora jest stabilność plazmy. WoS wylicza indywidualny impakt Habilitanta w ramach tych wieloautorskich prac badawczych. Tak coraz lepsza analityka nie decyduje wyłącznie o ocenie Habilitanta ale istotnie ułatwia recenzentowi ocenę ekspercką.

Samodzielne przepracowanie całego dorobku czyli rodzaju metadanych otaczających zgłoszony temat habilitacyjny zabrałoby każdemu recenzentowi bardzo dużo czasu. Tutaj dostajemy rodzaj bardzo dobrego abstraktu całego dorobku Habilitanta. Co ciekawe, ten abstrakt jest nieco inny niż to co pisze Habilitant w autoreferacie. W autoreferacie widać pewną powściągliwość w ocenie samego siebie. Recenzent odbiera to jako pozytywną wartość materiałów habilitacyjnych. Co ciekawe postęp rozwoju analityki jest w ostatnim okresie znaczny. Można samemu sprawdzić nie tylko Habilitanta ale i całą Polskę i nasz region geograficzny, i Europę, i na jeszcze szerszym tle. Habilitant zdecydowanie wyróżnia się na takim tle, ale Jego dorobek w tych wynikach analitycznych nie jest doliczany (lub tylko marginalnie – jako prof. wizytujący, Uniwersytet w Szczecinie) do dorobku krajowego. Przy okazji, naukowy portret Polski w analityce WoS nie wygląda najlepiej.

Profil Habilitanta w bazie ORCID znajduje się pod adresem [\[0000-0002-6557-3497\]](https://orcid.org/0000-0002-6557-3497). Profil indeksuje ok. 200 prac i jest w miarę poprawny linkując artykuły, email do ipp.mgg.de, Scopus, kraje Germany and Poland, miejsca działania zawodowego jak MPP EUROfusion Task Force Leader WP Wendelstein 7-X, Uni.Cagliari, Uni Szczecin, NIFS Tajmi. Najnowszą pracą współautorską Habilitanta indeksowaną w ORCID jest: Impurities in long-pulse operation of W7-X, Plasma Physics and Controlled Fusion opublikowana w marcu 2026 r. doi:10.1088/1361-6587/ae51c1. Pierwsza dwójka autorów tej pracy to dr hab. Monika Kubkowska, prof IFPILM oraz dr Marin Jakubowski. Praca ta pokazuje bliską współpracę Habilitanta z zaprzyjaźnionym głównym krajowym „instytutem fuzyjnym” IFPILM. Wśród współautorów, oprócz osób z MPP, znajduje się liczna grupa autorów z IFPILM. To bardzo pozytywny obraz współpracy. Obserwacje spektroskopowe wykonane w pracy potwierdzają brak akumulacji Ne w rdzeniu plazmy co jest ważnym warunkiem działania w obszarze stabilności wysokiej mocy. Działanie z długimi impulsami jest kluczowe dla uzyskania efektywnego fuzyjnego generatora energii.

Dr Marcin Jakubowski posiada profil zawodowy w portalu LinkedIn: [\[/marcin-jakubowski-84b36034/\]](https://www.linkedin.com/in/marcin-jakubowski-84b36034/). Profil zawiera kluczowe informacje zawodowe o Habilitancie, w tym jako EUROfusion Task Force Leader WP W7-X w IPP Greifswald. W profilu Habilitant zachęca młodych uczonych (doktorantów?) do podjęcia pracy badawczej w obszarze plazmy W7-X. Choć link do postu chyba zatrudnieniowego już jest nieaktualny. Profil jest dość skromny, w porównaniu z typowymi biznesowymi profilami LinkedIn ale dość typowy dla pracowników nauki. Profil LinkedIn linkuje do innego profilu Habilitanta w

Rocketreach [https://rocketreach.co/marcin-jakubowski-email_17676566]. W tym ostatnim znajdują się podstawowe informacje zawodowe o Habilitancie jak edukacja, miejsce pracy, umiejętności, rodzaj prowadzonych badań, podsumowanie profilu. W Tygodniku Powszechnym, w wydaniu 2019.04.08, Nr.15/2019, znajduje się ciekawy wywiad Habilitanta dotyczący przyszłości rozwoju i perspektyw uruchomienia elektrowni termojądrowych [<https://www.tygodnikpowszechny.pl/minimum-pol-wieku-158364>].

Podsumowując obecność Habilitanta w zawodowych i powszechnych zasobach Internetu, i analizowany indeksowany publicznie dorobek naukowy, recenzent stwierdza że jest to uczone powszechnie znany i doceniany w swoim środowisku badawczym. Analiza tej obecności wykazuje znaczny indywidualny, autorski, badawczy wkład Habilitanta w postęp naukowy i techniczny w obszarze sprawności energetycznej tokamaków i stellaratorów. Recenzent stwierdza, że obecność zawodowa Habilitanta w plazmowym i tokamakowym/stellaratorowym światowym środowisku naukowym znacznie przekracza formalne i zwyczajowe wymagania dla osoby ze stopniem naukowym doktora habilitowanego z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauk fizycznych.

Ocena osiągnięcia naukowego Habilitanta

W niniejszej części recenzent odnosi się do formalnych materiałów habilitacyjnych, a głównie autoreferatu oraz wykazu dorobku i dokumentów towarzyszących. Recenzent nie odnosi się nadmiernie w tej części oceny do indywidualnych publikacji cyklu osiągnięcia naukowego, raczej śledząc wywód badawczy habilitanta i uzyskiwane na drodze badawczej rezultaty.

Autoreferat jest sformułowany poprawnie. Jest jednak dość obszerny. Wynika to między innymi z przedstawienia aż 13 pozycji do cyklu prac określających osiągnięcie naukowe. Zawiera wstęp określający cel badań nad kontrolowaną syntezą termojądrową. Określa istotne problemy badawcze w zakresie struktury pola magnetycznego w tokamakach i stellaratorach. Koncentruje się na stellaratorze Wandelstein 7-X, podając warunki panujące w wyładowaniach. Zawiera także opis wyników uzyskanych na innych tokamakach i stellaratorach. Wyniki te zostały wykorzystane do badań nad rozwojem stellaratora W7-X. W autoreferacie Habilitant po kolei, metodycznie przedstawia uzyskane rezultaty w załączonym cyklu prac. Wywód jest bardzo poprawny kreśląc ciągłą logiczną ścieżkę badawczą nad strukturami pola i ich dynamiką w tokamakach i stellaratorach.

Rozróżnia dwie klasy powierzchni magnetycznych w plazmie tokamakowej. Opisuje zależności kształtu powierzchni magnetycznych w zależności od amplitudy i fazy pola zakłócającego i mechanizm powstawania wysp magnetycznych. Analizuje rolę dywertora, separatory, warstwy krawędziowej plazmy, oraz usuwania ^4He . Bardziej szczegółowo opisuje dywertor ergodyczny z aktywnie oddziałującymi z polem cewkami zewnętrznymi. Pokazuje wyniki pomiarów kamerą IR rozkład temperatury na powierzchni dywertora podczas wyładowania. Amplituda i faza pola zakłócającego mogą powodować powstanie wyspy i przez to zmienić temperaturę plazmy, gęstość i współczynnik utrzymania energii. Moc zmagazynowana w plazmie komory wyładowania jest wypromieniowana w szerokim widmie fal EM oraz wskutek transportu. Wyładowanie musi być bezpieczne i nie prowadzić do gwałtownego oddziaływania plazmy ze ścianą.

Krawędź plazmy posiada właściwości stochastyczne i takie struktury jak pozostałości wysp, obszar ergodyczny i laminarny. Habilitant porównuje obliczone struktury pola magnetycznego z pomiarami termograficznymi rozkładów strumienia ciepła na powierzchni dywertora. W dywertorze ergodycznym strumienie ciepła i cząstek osiągają wartości maksymalne. Do pomiarów i symulacji używa znanego w środowisku tokamakowym kodu ATLAS. Eksperymenty pomiarowe i numeryczne przeprowadza w tokamaku TEXTOT. Uzyskane wyniki mają duże znaczenie dla badań nad stochastyczną krawędzią

plazmy. Wyniki te przyczyniły się do postępu badań w innych tokamakach z plazmą utrzymywaną magnetycznie. Habilitant potwierdza w swoich badaniach, że parametry plazmy krawędziowej zależą istotnie od topologii zaburzonego pola magnetycznego. Istotna jest znajomość struktury obszaru stochastycznego. W obszarze modulacji podlega temperatura i gęstość elektronowa. Wartości te są inne w obszarach laminarnych i ergodycznych. Sprawny kanał transportu cząstek i energii cieplnej jest skutkiem tego, że linie sił pola przecinają płyty dywertora.

Habilitant przeprowadza liczne eksperymenty badając podobne wyładowania o różnych kierunkach pola toroidalnego i prądu plazmy. Dzięki temu uzyskuje możliwość dokładnych pomiarów gęstości i temperatury w plazmie brzegowej. Uzyskuje lustrzane odbicie struktur w plazmie brzegowej względem płaszczyzny równikowej plazmy. Do pomiarów wykorzystuje spektroskopię wiązki helowej w obu obszarach laminarnym i ergodycznym. Gęstość elektronowa plazmy wykazuje dużą zmianę gradientów pomiędzy tymi obszarami. W tokamaku TEXTOR wykonuje także pomiary zjawisk dynamicznych powstawania stabilnych i niestabilnych rozmaitości wokół punktów stałych w chaotycznym obszarze krawędzi plazmy. Zmiany prądu plazmy powodowały przemieszczanie rezonansowych powierzchni magnetycznych względem powierzchni dywertora. Mapowano numerycznie trajektorie linii sił pola wyjaśniając powstawanie struktur w obszarze chaotycznym. Umożliwiono pośredni pomiar minimalnego radialnego zasięgu obszaru chaotycznego w plazmie, a więc obszaru chaotycznego na krawędzi tokamaka. Wyjaśniono mechanizm wzrostu współczynnika utrzymania plazmy w maszynie TEXTOR-DED.

Tokamaki i stellaratory mogą pracować w kilku trybach pracy. Uzyskiwane są inne warunki stabilnej pracy. Praca w trybie H oznacza istnienie bariery transportu na krawędzi. Istnienie modu ELM powoduje duże obciążenie termiczne dywertora. Konieczna jest implementacja mechanizmów eliminacji lub znacznego zmniejszenia amplitudy relaksacji bariery transportu. Mechanizmy takiej relaksacji potwierdzono w badaniach w tokamaku DIII-D poprzez implementację metody RMP rezonansowych niewielkich pól zakłócających. Udało się eliminować mody ELM pierwszego rzędu. Efekt działania RMP jest określany między innymi współczynnikiem kolizyjności w plazmie brzegowej i współczynnikiem bezpieczeństwa q . Habilitant pisze, że w efekcie powszechnego zastosowanie niewielkich zewnętrznych pól magnetycznych udało się zredukować lub eliminować niestabilności krawędziowe. Jednak metoda RMP prowadzi także do zmian transportu nie tylko w części brzegowej ale i centralnej. Zjawisko odpompowywania części centralnej prowadzi do zmniejszenia efektywności fuzji. Metoda RMP wymagała głębszych badań nad wpływem trójwymiarowych pól magnetycznych na transport plazmy. Habilitant pisze, że podstawowym zagadnieniem jest rola wysp magnetycznych powstających w wyniku oddziaływania RMP z równowagowym polem magnetycznym.

Odpowiedź na to pytanie Habilitant badał na stellaratorze, heliotronie japońskim LHD w którym na osiowo niesymetryczną plazmę nakładano pole RMP. LHD dzięki swojej strukturze z cewkami nadprzewodzącymi umożliwia badanie plazmy o zerowym prądzie całkowitym. LHD posiada strukturę pola magnetycznego helikalną o toroidalnej symetrii. Habilitant prowadził obliczenia z użyciem kodu KMAG dla różnego poziomu pól RMP. Zmieniano fazę pola badając dynamikę zmian wysp magnetycznych. Mierzono współczynniki dyfuzji i konwekcji plazmy i rozchodzenie się modulacji gęstości w plazmie. Zaobserwowano efekt histerezy wnikania pola magnetycznego w plazmę. Zaobserwowano efekt ekranowania przez plazmę wnikających w nią pól magnetycznych.

W pewnego rodzaju cząstkowym podsumowaniu swoich badań Habilitant pisze, że kontrola odprowadzania ciepła i cząstek w stellaratorze W7-X jest warunkiem uzyskania pracy ciągłej przyszłych reaktorów fuzyjnych typu HELIAS. Zmniejszenie obciążenia cieplnego pierwszej ściany i dywertora jest uzyskiwane przez uzyskanie stabilnego stanu oderwania. W maszynach HELIAS nie stosuje się klasycznych tokamakowych dywertorów poloidalnych. Stellaratorowe pole magnetyczne o małym

ściananiu poprawia stabilność plazmy. Duże wyspy magnetyczne kształtują pole na obrzeżach plazmy. Kanały transportu energii i cząstek są trójwymiarowe z powodu braku symetrii osiowej i helikalnej struktury powierzchni magnetycznych. W swoich badaniach Habilitant wykazuje, że dywertyor wyspowy z naturalnymi wyspami magnetycznymi skutecznie rozprasza strumień ciepła i umożliwia kontrolowane odprowadzanie cząstek. W rezultacie, dywertyor wyspowy, według Habilitanta, wydaje się obecnie kandydatem na skuteczne rozwiązanie dla przyszłych stellaratorów typu HELIAS przeznaczonych do pracy w trybie ciągłym.

Na podstawie analizy dokumentacji habilitacyjnej i innych materiałów pomocniczych recenzent stwierdza, że osiągnięcia naukowe Kandydata odpowiadają wymaganiom do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne. Ocena recenzenta tego dorobku jest wysoce pozytywna, pozwalająca na stwierdzenie o znacznym przekroczeniu wagi merytorycznej tego dorobku wobec formalnych wymagań habilitacyjnych z dyscypliny nauki fizyczne. Ocenę cyklu publikacji składających się na osiągnięcie naukowe dodatkowo ułatwia fakt dość precyzyjnego opisu w wykazie dorobku przez Habilitanta wkładu własnego w indywidualnych pracach zbiorowych.

Wnioski końcowe i podsumowanie

Recenzent stwierdza, że recenzowany Kandydat do stopnia doktora habilitowanego, dr Marcin Jakubowski, spełnia z nadmiarem wszystkie wymagania określone w Regulaminie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w Instytucie Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy im. Sylwestra Kaliskiego. Ponadto spełnia także według recenzenta wszystkie inne formalne wymagania ustawowe a także zwyczajowe odnośnie uzyskania stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych oraz dyscyplinie nauki fizyczne.

W szczególności posiada wartościowe osiągnięcie naukowe sformułowane jako Wpływ trójwymiarowej struktury pola magnetycznego na transport w plazmie, stanowiące znaczny wkład w rozwój dziedziny fizyki plazmy i technologii budowy efektywnych energetycznie stellaratorów. To osiągnięcie naukowe zostało dobrze sformułowane i dobrze udokumentowane przez habilitanta w takich materiałach jak autoreferat oraz wykaz dorobku naukowego. Ponadto to osiągnięcie naukowe Habilitanta jest bardzo dobrze udokumentowane w otwartych zasobach zawodowego Internetu, głównych bazach bibliograficznych, oraz dokumentacji źródłowej gromadzonej w adekwatnych do obszaru badań instytucjach naukowych.

W materiałach habilitacyjnych Kandydat wykazuje wysoce adekwatny dla osiągnięcia naukowego cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w kluczowych źródłach z obszaru fizyki plazmy o zasięgu globalnym. Cykl publikacji zawiera logiczny ciąg badawczy nad strukturą pola tokamakowego i stellaratorowego. Cykl zawiera wyniki ponad 20-letnich badań różnych aspektów dynamiki pola magnetycznego i termicznego. Cykl wyraźnie wskazuje kierunki postępu nad budową efektywnych fuzyjnych źródeł energii. W autoreferacie Habilitant komentując po kolei zamieszczone prace cyklu rozszerza narrację naukową, przeplatając wywód nad własnymi rezultatami z wynikami z innych publikacji własnych spoza cyklu i jeszcze innych publikacji kluczowych dla danego obszaru badawczego.

Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową w kilku ośrodkach badawczych. Kluczowym ośrodkiem jest Instytut Fizyki Plazmy Maksa Plancka. Oprócz tego prowadził badania w wielu innych ośrodkach plazmowych na całym świecie. Prowadzi współpracę międzynarodową, bierze udział we wspólnych projektach. Jest kierownikiem w programie EUROfusion dotyczącym stellaratora W7-X. Ze

względu na działalność naukową w dużej kolaboracji plazmowej W7-X materiały Habilitanta zawierają odpowiednie oświadczenia autorskie dotyczące wkładu własnego.

Habilitant wykazuje się odpowiednią aktywnością naukową dla osoby ze stopniem doktora habilitowanego nauk fizycznych. Działa w różnych zespołach badawczych. Posiada znaczny potencjał utworzenia swojego zespołu badawczego i kształcenia kadr naukowych w obszarze fizyki plazmy i energetyki fuzyjnej. Oprócz cyklu habilitacyjnego dokumentującego bezpośrednio osiągnięcia naukowe Habilitant jest autorem licznych publikacji w ściśle związanych z cyklem a także pokrewnych obszarach badawczych fizyki plazmy tokamakowej i stellaratorowej.

Habilitant wykazuje się odpowiednią aktywnością dydaktyczną i związaną z różnymi formami popularyzacji nauki, oraz działania zawodowego na rzecz swojego środowiska naukowego. Ten komponent działalności zawodowej jest adekwatny dla uczonego ze stopniem doktora habilitowanego fizyki. W dokumentacji habilitacyjnej znajduje się pełna informacja na ten temat obejmująca opis osiągnięć dydaktycznych i w zakresie popularyzacji nauki, członkostwo w organizacjach naukowych, udział w licznych konferencjach naukowych, współorganizacja takich konferencji, udział w komitetach redakcyjnych, itp. Recenzent uznaje taką aktywność naukową Habilitanta za bardzo dobrą.

Wszystkie niezbędne warunki są spełnione, aby recenzent mógł z całą pewnością stwierdzić, że dr Marcin Jakubowski w pełni zasługuje na stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne. W rzeczywistości znacznie przekracza wymagane warunki do uzyskania tego stopnia.

Podsumowując, recenzent wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy im. prof. Sylwestra Kaliskiego o nadanie dr Marcinowi Jakubowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki ścisłe i przyrodnicze, w dyscyplinie nauki fizyczne.