

Kraków, 14 października 2022 r.

Dr hab. inż. Tomasz Sobota
Katedra Procesów Ciepłych, Ochrony Powietrza
i Utylizacji Odpadów
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
Al. Jana Pawła II 37/A610
31-864 Kraków

Recenzja

osiągnięć naukowych, projektowych i technologicznych oraz ocena istotnej aktywności naukowej Pana dr. inż. Pawła Reguckiego w związku z postępowaniem o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzja została opracowana na podstawie zawiadomienia nr 14/07/D08/2022 z dnia 15.07.2022 r. o wyznaczeniu na Recenzenta i Członka Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Pawłowi Reguckiemu skierowanego przez Prorektora Politechniki Wrocławskiej ds. Nauki prof. Tomasza Nowakowskiego. Wraz z wymienionym pismem została przesłana dokumentacja postępowania habilitacyjnego dr. inż. Pawła Reguckiego. Wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka został złożony w dniu 7 marca 2022 r. Recenzja została wykonana w oparciu o art. 219 ust. 1, pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 poz. 478 z późn. zm.).

Do zlecenia załączona została następująca dokumentacja, którą wykorzystano do wykonania ww. recenzji:

- wniosek dr. inż. Pawła Reguckiego do Rady Doskonałości Naukowej z dnia 07.03.2022 r. o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;
- dane Habilitanta;
- odpis dyplomu potwierdzającego uzyskanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych;
- autoreferat z elementami życiorysu, wskazaniem i opisem osiągnięcia naukowego *Modelowanie i optymalizacja wybranych procesów fizyko-chemicznych w zamkniętych układach chłodzenia elektrowni* przedstawionego jako cykl sześciu

W9/PW/851/2022

Wydział Mechaniczno-Energetyczny

1 z 12

Wpłynęło dnia 21.10.2022 r.

powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach oraz informacje o pozostałych osiągnięciach naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych Habilitanta w jęz. polskim- Autoreferat w języku polskim Wnioskodawcy;

- wykaz osiągnięć naukowych Wnioskodawcy stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;

2. Dane biograficzne Habilitanta

Autor wniosku, Pan dr inż. Paweł Regucki ukończył studia wyższe na Wydziale Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w 1999 r. uzyskując tytuł zawodowy magistra. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie *mechaniki* ze specjalizacją *mechanika płynów, modelowanie numeryczne* został mu nadany uchwałą Rady Instytutu Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej z dnia 17 grudnia 2003 r. na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *Modelowanie trójwymiarowych przepływów wirowych metodami dyskretnych wirów*.

W okresie od 1.10.2003 r. do 30.01.2004 r. był zatrudniony w Instytucie Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej jako starszy referent techniczny. Od 1.02.2004 r. do 30.09.2005 r. jako asystent w Instytucie Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów. Od 1.10.2005 r. do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego w Katedrze Inżynierii Konwersji Energii na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej.

3. Ocena osiągnięcia naukowego dr. inż. Pawła Reguckiego

Osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się przez dr. inż. Pawła Reguckiego o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka to cykl sześciu powiązanych tematycznie artykułów, zgłoszone pod tytułem *Modelowanie i optymalizacja wybranych procesów fizyko-chemicznych w zamkniętych układach chłodzenia elektrowni*. Wskazane przez Habilitanta artykuły to:

- Regucki P., Krzyżyńska R., Szeliga Z. Mathematical model for a single screw ash cooler of a circulating fluidized bed boiler. *Powder Technology* 2022 (396), s. 50-58. DOI:10.1016/j.powtec.2021.10.044
- Regucki P., Lewkowicz M., Krzyżyńska R. Optimization of thermal-flow processes in a system of conjugate cooling towers. *Heat Transfer Engineering* 2020 (41(22)) s. 1938-1948. DOI:10.1080/01457632.2019.1675251
- Regucki P., Lewkowicz M., Krzyżyńska R., Jouhara H. Numerical study of water flow rates in power plant cooling systems. *Thermal Science and Engineering Progress* 2018 (7), s. 27-32. DOI:10.1016/j.tsep.2018.04.015
- Regucki P., Krzyżyńska R., Lewkowicz M., Thermal-flow study of closed cooling system with cooling towers. *Rocznik Ochrona Środowiska = Annual Set The Environment Protection* 2018, T. 20, s. 342-357

- Regucki P., Krzyżyńska R., Szeliga Z., Jouhara H. Mathematical model of sulphate ion concentration in a closed cooling system of a power plant. *Thermal Science and Engineering Progress* 2017 (4), s. 160-167. DOI:10.1016/j.tsep.2017.09.012
- Regucki P., Krzyżyńska R., Szeliga Z. Wastewater management in a closed cooling system of professional power plant. *Rocznik Ochrona Środowiska = Annual Set The Environment Protection* 2017, T. 19, nr1, s. 52-64.

W układach chłodzenia skraplaczy turbin parowych elektrowni kondensacyjnych zużywane są olbrzymie ilości wody. Dla bloków energetycznych o mocach zainstalowanych 200 MW i więcej może to być ponad kilka tysięcy m³ na dobę. Zużycie wody wynika m.in. ze strat parowania występujących w chłodniach kominowych i konieczności ich uzupełniania oraz wprowadzania wody w celu zmniejszenia koncentracji związków mineralnych wytrącających się w wyniku powtarzających się cyklicznie procesów podgrzewania wody w skraplaczu i ochładzania jej w chłodni kominowej. Pokrycie dużego zapotrzebowania na wodę przez sektor energetyczny stanowi istotną ingerencję w ekosystem wodny mogący prowadzić do jej niedoboru. Zamknięte systemy chłodzenia wykorzystują wodę surową, co w efekcie przekłada się na malejącą z upływem czasu efektywność wytwarzania energii elektrycznej poprzez pogorszenie się warunków wymiany ciepła i tym samym poziom próżni w kondensatorze. Zmiany (degradacja) w układach chłodzenia będą się też przekładać na większe zużycie paliw kopalnych i tym samym wzrost emisji zanieczyszczeń do środowiska.

W podjętej tematyce badawczej dr inż. Paweł Regucki wyznaczył sobie trzy zagadnienia badawcze:

1. Opracowanie modelu matematycznego pozwalającego na opis koncentracji siarczanów w zamkniętym układzie chłodzenia elektrowni.
2. Opracowanie modelu matematycznego rozdziału wody chłodzącej i wymiany ciepła w zamkniętym układzie chłodzenia bloku energetycznego, który można będzie zastosować do optymalizacji układu w celu uzyskania możliwie najniższej temperatury wody na wlocie do kondensatorów bloków energetycznych.
3. Modelowanie wymiany ciepła w chłodnicy popiołu dennego współpracującej z kotłem fluidalnym.

W realizacji pierwszej tematyki badawczej Habilitant opracował model matematyczny koncentracji siarczanów w wodzie cyrkulującej w zamkniętym układzie chłodzenia obejmującym chłodnie kominowe i skraplacze turbin parowych bloków energetycznych. Tworząc swój model matematyczny dr inż. Paweł Regucki uwzględnił specyfikę pracy zamkniętego układu chłodzenia. Ubytek cyrkulującej wody jest związany wywołany jej częściowym odparowaniem w chłodniach kominowych powoduje konieczność jej okresowego uzupełniania wodą świeżą. Dodatkowo, w celu zmniejszenia koncentracji siarczanów prowadzone są okresowe zrzuty wody do instalacji oczyszczania ścieków, które też wymagają doprowadzenia wody uzupełniającej. Uwzględniając te założenia opracował model różniczkowy dobowej zmiany koncentracji siarczanów, który został rozwiązany przy założeniu stałości strumienia wody chłodzącej w układzie i wprowadzeniu uproszczeń, że „w chłodni kominowej odparowuje chemicznie czysta para wodna, a wszystkie związki chemiczne, w tym siarczany, pozostają w cyrkulującej wodzie chłodzącej oraz koncentracja siarczanów w wodzie doprowadzanej do układu chłodzenia jest stała w czasie”. Przyjęte

założenia umożliwiły sprowadzenie równania różniczkowego opisującego dobową zmianę koncentracji siarczanów do równania różniczkowego zwyczajnego pierwszego rzędu o stałych współczynnikach, w wyniku rozwiązania którego otrzymał wzór analityczny opisujący zmiany koncentracji siarczanów. Przeprowadzone testy obliczeniowe pozwoliły wykazać, że o wartości granicznej stężenia siarczanów decyduje strumień objętości wody odprowadzanej do oczyszczalni ścieków (zrzut wody). Opracowany przez Habilitanta model może zostać wykorzystany do precyzyjnego wyznaczenia granicznej zawartości koncentracji siarczanów w cyrkulującej wodzie chłodzącej przy zadanych koncentracji siarczanów w wodzie doprowadzanej do układu chłodzenia, strumieniu objętości wody zrzucanej i strumieniu objętości wody odparowującej w chłodniach kominowych. Ponieważ rozwiązanie analityczne zostało uzyskane przy zastosowaniu założeń upraszczających, dlatego kontynuując swoją pracę dr inż. Paweł Regucki postanowił sprawdzić czy model matematyczny pozwoli odtworzyć zmiany koncentracji siarczanów dla zmiennych strumieni objętości wody zrzucanej i odparowującej w chłodniach. Do tego celu równanie różniczkowe opisujące ogólny model matematycznych zmiany koncentracji siarczanów rozwiązany został numerycznie za pomocą metody Eulera. Opracowany przez Habilitanta model matematyczny może znaleźć zastosowanie do określania optymalnych wartości strumieni objętości wody chłodzącej odprowadzanych do oczyszczalni ścieków z równoczesnym nieprzekraczaniem dopuszczalnych wartości stężeń siarczanów w wodzie chłodzącej skraplacze turbin, przynosząc korzyści ekonomiczne dla elektrowni i ekologiczne.

Druga z przedstawionych przez dr inż. Pawła Reguckiego tematyka badawcza dotyczyła optymalizacji układu chłodzenia w celu uzyskania możliwie najniższej temperatury wody na wlocie do kondensatorów bloków energetycznych. Opracowanie modelu matematycznego instalacji hydraulicznej układu chłodzenia poprzedzone zostało przygotowaniem jego schematu hydraulicznego i przeprowadzeniem pomiarów strumieni objętości i spadków ciśnień w wybranych punktach instalacji elektrowni. Opracowany przez Habilitanta model matematyczny instalacji chłodzenia urządzeń pomocniczych miał na celu analizę wpływu rozwiązań modernizacyjnych na poprawę rozdziału wody chłodzącej ze szczególnym uwzględnieniem chłodnic popiołu dennego. Model matematyczny układu chłodzenia urządzeń pomocniczych kotła fluidalnego tworzyło osiemnaście nieliniowych równań algebraicznych umożliwiających wyznaczenie strumieni objętości na poszczególnych gałęziach układu, który został rozwiązany iteracyjnie. Wielowariantowa analiza pozwoliła wybrać najlepszy wariant modernizacji układu chłodzenia.

W dalszej części Habilitant wykorzystał opracowany szczegółowy model matematyczny do symulacji rozptywu wody chłodzącej w zamkniętym układzie chłodzenia kondensatorów bloku energetycznego składający się z 41 nieliniowych równań algebraicznych i obejmujący również rozptyw wody wewnątrz samej chłodni kominowej. Model daje możliwość symulowania układu chłodzenia skraplaczy dla różnych warunków pracy bloku energetycznego, w tym w stanach nieustalonych jak odstawienie czy wyłączenie z użytkowania jednej lub kilku chłodni kominowych. Przeprowadzone testy wykazały, że opracowany przez dr. inż. Pawła Reguckiego model matematyczny jest uniwersalny i umożliwia zasymulowanie dowolnej instalacji hydraulicznej i stanowi przydatne narzędzie

do analizy rozptywu wody w instalacji, wariantów modernizacji, jako narzędzie diagnostyczne w układach monitorowania warunków pracy.

Optymalizacja przepływów wody chłodzącej na poszczególne chłodnie umożliwia osiągnąć najniższą możliwą w danych warunkach atmosferycznych temperaturę wody chłodzącej na wlocie do skraplacza. Tym samym ma istotny wpływ na warunki wymiany ciepła w samym kondensatorze turbiny i sprawność bloku energetycznego. Bazując na równaniach bilansu ciepła i masy sporządzonych dla chłodni kominowej opracowana została zależność do wyznaczania temperatury wody chłodzącej w misie chłodni kominowej przy zadanych warunkach termodynamicznych, uwzględniające proces odparowania wody w chłodni, objętość zraszalnika. Jest to zależność nieliniowa względem temperatury wody wylotowej (ochłodzonej) w zraszalniku. Stworzony model matematyczny umożliwił przeanalizowanie warunków pracy chłodni kominowej w celu określenia optymalnego strumienia wody chłodzącej kierowanej do chłodni pozwalającego osiągnąć najwyższy stopień jej schłodzenia. W oparciu o dane rzeczywiste dla elektrowni na węgiel brunatny zlokalizowanej w Tušimicach w Czechach sporządzone zostały charakterystyki pięciu chłodni kominowych, na które naniesione zostały najkorzystniejsze i najgorsze rozptywy wody chłodzącej.

Trzecia z przedstawionych przez dr. inż. Pawła Reguckiego tematyka badawcza dotyczy analizy wymiany ciepła w chłodnicy popiołu dennego współpracującej z kotłem fluidalnym. Jako obiekt modelowania Habilitant wybrał chłodnicę z pojedynczą śrubą wykorzystywaną w kotłach bloków energetycznych nr 4, 5 i 6 Elektrowni Turów. Opracowanie modelu matematycznego procesu wymiany ciepła w śrubowej chłodnicy popiołu wymagało od Habilitanta rozwiązania kilku problemów badawczych i inżynierskich:

- opracowania zależności wiążącej stopień wypełnienia przekroju chłodnicy z prędkością obrotową śruby,
- określenia wartości współczynników wnikania ciepła dla śruby i płaszcza,
- wyznaczenia wartości współczynników wnikania ciepła dla wody, stali oraz popiołu,
- przewodności cieplnej popiołu.

W dokonanej przeglądnie literatury, Habilitant stwierdził brak jednoznacznych informacji w literaturze na temat zależności współczynnika przewodnictwa cieplnego popiołu od temperatury. W celu uzyskania miarodajnych danych dr inż. Paweł Regucki zaprojektował i zbudował dwa stanowiska badawcze umożliwiające pomiar wartości przewodności cieplnej popiołu w zakresie temperatur 100°C -500°C. Na stanowiskach badana była zależność współczynnika przewodzenia ciepła od temperatury dla cylindrycznej próbki popiołu. Wyznaczany był rozptyw strumienia ciepła w kierunku osiowym i promieniowym. Wyznaczone w obu doświadczeniach wartości współczynnika przewodności cieplnej żużla zostały zaimplementowane do modelu matematycznego wymiennika ciepła (chłodnicy śrubowej). Opracowany przez Habilitanta model pozwolił na obliczenie temperatur końcowych żużla i wody w funkcji temperatury wody chłodzącej na wlocie do wymiennika. Analiza temperatury końcowej wody w chłodnicy śrubowej pozwoliła na wskazanie sposobu wykorzystania odzyskanej energii. otrzymanych

Zrealizowane w przedstawionym przez dr. inż. Pawła Reguckiego osiągnięciu, pt. *Modelowanie i optymalizacja wybranych procesów fizyko-chemicznych w zamkniętych układach chłodzenia elektrowni*, prace stanowią istotny wkład w rozwój wiedzy w zakresie zjawisk cieplno-przepływowych zachodzących w instalacjach energetycznych.

Na podstawie analizy osiągnięcia naukowego dr. inż. Pawła Reguckiego stwierdzam, że spełnia wymagania ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Stanowi ono również istotne osiągnięcie naukowe o dużym znaczeniu aplikacyjnym i jest potwierdzeniem znaczącego wkładu w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej dr. inż. Pawła Reguckiego

Działalność naukowa Habilitanta w okresie przed uzyskaniem stopnia doktora jak i po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje zagadnienia dotyczące modelowania matematycznego i numerycznego procesów cieplno-przepływowych maszyn i urządzeń energetycznych ze szczególnym uwzględnieniem układów przepływowych kotłów energetycznych, kondensatorów bloku energetycznego, instalacji odazotowania spalin metodą selektywnej redukcji niekatalitycznej czy układów wykorzystujących odnawialne źródła energii.

Dorobek publikacyjny Habilitanta przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych obejmuje osiem publikacji, z których pięć stanowią recenzowane publikacje w materiałach konferencyjnych, a trzy – to prace publikowane w Raportach ITC Politechniki Wrocławskiej.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Habilitant znacząco zwiększyła swój dorobek naukowy o artykuły opublikowane w czasopismach indeksowanych w bazie WoS, listy B wykazu czasopism MNiSW i współautorską monografią autorstwo monografii. Innym efektem działań są opracowania wykonywane na zamówienie podmiotów gospodarczych (14). W swojej działalności naukowej po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych koncentruje się modelowaniu matematycznym procesów cieplno-przepływowych w systemach energetycznych.

4.1 Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)

Dr inż. Paweł Regucki jest autorem lub współautorem łącznie 15 publikacji znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (*Power Technology, Science and Technology for the Built Environment, Buildings, Heat Transfer Engineering, Fuel, Environment Protection Engineering, Thermal Science and Engineering Progress, Inżynieria Chemiczna i Procesowa, Annual Set The Environment Protection*). Łączna wartość *IF* dla publikacji, których autorem lub współautorem jest dr inż. Paweł Regucki wynosi 34,435.

4.2 Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego

Nie wykazano osiągnięcia w tej kategorii.

4.3 Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe

Habilitant jest współautorem wynalazku objętego ochroną patentową

J. Kasperski, M. A. Nemš, P. Regucki, (2015), Patent. Polska, nr 219077.
Kolektor słoneczny: Int. Cl. F24J 2/05, F24J 2/12, F24J 2/26. Zgłosz. nr
391335 z 26.05.2010. Opubl. 31.03.2015,

dla którego wykonał część obliczeń numerycznych potwierdzających poprawę sprawności kolektora słonecznego dzięki zastosowaniu rozwiązania opisanego w patencie.

4.4 Wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach

Nie wykazano osiągnięcia w tej kategorii.

4.5 Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie Scopus

Dr inż. Paweł Regucki jest współautorem 1 monografii (Ivan Imriš, Alexandra Klenovčanova, Pavel Kołat, Maria Mazur, Dorota Nowak-Woźny, Halina Pawlak-Kruczek, Paweł Regucki, Some aspects of renewable energy. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011. ISBN 978-83-7493-577-7, 128 s.), rozdziałów w 3 monografiach, 9 publikacji w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie Scopus.

4.6 Autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych

Dr inż. Paweł Regucki brał udział w realizacji 14 prac badawczych i zleceń wykonywanych na rzecz przemysłu. Tematyka realizowanych przez Habilitanta prac dotyczyła bilansowania maszyn i urządzeń energetycznych, ich optymalizacji, analizy poprawności działania układów. Zdecydowana większość prac realizowana była dla Elektrowni Turów. Prace te miały charakter praktyczny, których efekt pozwalał na poprawę sprawności kotła energetycznego opalanego pyłem węglowym, zmniejszenie strat wody chłodzącej i ciśnienia w skraplaczach turbin parowych, zwiększenie trwałości elementów układów pomocniczych elektrowni, zmniejszenie strat ciśnienia przepływu czynnika w układzie chłodzenia skraplaczy, ograniczania emisji zanieczyszczeń gazowych do atmosfery czy koncepcji zmniejszania ilości uzupełnienia czynnika w obiegach wodno-parowych.

Habilitant jest również autorem bądź współautorem 23 prac niepublikowanych stanowiących sprawozdania i raporty z przeprowadzonych badań i zleceń przemysłowych opracowanych po uzyskaniu stopnia doktora.

4.7 Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy JCR, zgodnie z rokiem opublikowania

Sumaryczny Impact Factor (IF) publikacji naukowych indeksowanych w bazie JCR, których autorem lub współautorem jest dr inż. Paweł Regucki zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 34,435 (wszystkie po doktoracie).

4.8 Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)

Według stanu na dzień złożenia dokumentacji, tj. 7 marca 2022 r. liczba cytowań publikacji, których autorem lub współautorem jest dr inż. Paweł Regucki, indeksowanych w bazie WoS wynosiła 45.

4.9 Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS)

Według stanu na dzień złożenia dokumentacji, tj. 7 marca 2022 r. Index Hirscha (*h-index*) Habilitanta według bazy WoS wynosił 4,00.

4.10 Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi finansowanymi w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych lub udział w takich projektach

Habilitant brał udział jako wykonawca w realizacji projektu pt. *Reduction of Hg, HCl and HF concentrations from large industrial sources*. Projekt międzynarodowy nr TK01020101 (program Theta) finansowany przez Technology Agency in Czech Republic realizowany w okresie od 06.2018 r. do 12.2020 r. W niniejszym projekcie dr inż. Paweł Regucki prowadził pomiary eksploatacyjne w mokrym absorberze zainstalowanym w elektrowni Tusimice II (Czechy) wraz z grupą badawczą z VSB Politechniki w Ostrawie i Czeską Politechniką w Pradze, uczestniczył w opracowaniu raportu z pomiarów i przygotowaniu publikacji w czasopiśmie FUEL (2020).

Dr inż. Paweł Regucki był też wykonawcą w dwóch projektach finansowanych w ramach grantów KBN:

- *Modelowanie ruchu cieczy lepkiej w przestrzeni trójwymiarowej metodą cząstek wirowych*, nr grantu 4T10B05025, okres realizacji 10/2003 - 04/2005.
- *Badanie oddziaływania struktur wirowych z warstwą przyścienną w przepływach dwu i trójwymiarowych metodą cząstek wirowych*, nr grantu 3T10B04830, okres realizacji 03/2006 - 05/2008.

4.11 Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność odpowiednio naukową albo artystyczną

Dr inż. Paweł Regucki został w 2011 r. odznaczony brązowym medalem za długoletnią służbę wydanym postanowieniem Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej (leg. nr 439-2011-212).

4.12 Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Dr inż. Paweł Regucki wygłosił 4 referaty na konferencjach międzynarodowych i 1 referat na konferencji krajowej.

Istotną aktywność naukową dr. inż. Pawła Reguckiego po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych oceniam dobrze.

5. Ocena aktywności naukowej albo artystycznej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury w szczególności zagranicznej.

Dr inż. Paweł Regucki w latach 2017-2020 brał udział w pracach badawczych polsko-czeskiej grupy naukowej, którą tworzą pracownicy Politechniki Wrocławskiej, ENET Center VSB Technical University of Ostrava i Czech Technical University in Prague. Badania dotyczą zagadnień wychwytu i neutralizacji metali ciężkich, głównie rtęci, ze spalin. Współpraca zaowocowała czterema artykułami opublikowanymi w czasopiśmie z listy JCR (*Waste Management, Fuel, Environment Protection Engineering*) oraz w Roczniku Ochrony Środowiska.

W okresie od czerwca 2018 r. do grudnia 2020 r. jako wykonawca brał udział realizacji projektu badawczego pt. *Reduction of Hg, HCl and HF concentrations from large industrial sources* (projekt nr TK01020101) w ramach programu Theta finansowanego przez Technology Agency in Czech Republic. Projekt był kierowany przez grupę badawczą tworzoną przez pracowników naukowych VSB Politechniki w Ostrawie i Czeskiej Politechniki w Pradze. Oprócz realizacji samych badań Habilitant brał udział w opracowaniu raportu częściowego i przygotowaniu publikacji prezentującej rezultaty badań (Krzyżyńska R., Szeliga Z., Pilar L., Borovec K., Regucki P. High mercury emission (both forms: Hg⁰ and Hg²⁺) from the wet scrubber in a full-scale lignite-fired power plant. *Fuel* 2020 (270); 117491).

6. Ocena dorobku organizacyjnego, dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Jako nauczyciel akademicki, dr inż. Paweł Regucki pracuje na Politechnice Wrocławskiej od 2004 r. Prowadzi zajęcia dydaktyczne na studiach pierwszego i drugiego stopnia, w tym na anglojęzycznej specjalności Refrigeration and Cryogenics (studia II stopnia). Jest opiekunem kilkunastu prac inżynierskich i magisterskich. Habilitant od 2005 r. pełni funkcję wydziałowego pełnomocnika ds. międzynarodowych programów edukacyjnych (LLP/Erasmus, Erasmus+, Leonardo da Vinci, TIME, Exchange) m.in. sprawując opiekę nad studentami zagranicznymi, przebywającymi na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej w ramach wymiany międzynarodowej.

6.1 Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych

Dr inż. Paweł Regucki w latach 2008-2022 brał udział w realizacji 5 projektów finansowanych ze środków Unii Europejskiej w ramach LLP/Erasmus, Erasmus Mundus i NAWA (współfinansowany z Europejskiego Funduszu Społecznego). Były to:

- 2008-2010 – LLP/Erasmus Międzynarodowa Szkoła Letnia *Reduction of CO₂ emission by implementation of renewable resources in Central Europe regions in the context of EU Energy Policy* realizowany przez konsorcjum tworzone przez Politechnikę Wrocławską, Politechnikę w Ostrawie oraz Politechnikę w Koszycach. gdzie pełnił funkcję kierownika projektu oraz jego koordynatora na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym PW.

- 2011-2013 – LLP/Erasmus Międzynarodowa Szkoła Letnia *Selected issues of safety engineering and exploitation of nuclear power plants in the context of EU energy policy* prowadzonej wspólnie przez Politechnikę Wrocławską, Politechnikę w Ostrawie oraz Politechnikę w Koszycach. Jako kierownika projektu oraz koordynator na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym PWr.
- 2011-2015 – Erasmus Mundus, projekt *EM Strong-Ties Research Contact* jako koordynator działań programu w ramach Politechniki Wrocławskiej.
- 2013-2017 – Erasmus Mundus, projekt *INTACT*, jako koordynator działań programu na poziomie Wydziału Mechaniczno-Energetycznego Politechniki Wrocławskiej.
- 2021-2022 – NAWA, projekt *SPINAKER - intensywne międzynarodowe programy kształcenia*, jako koordynator programu z ramienia Wydziału Mechaniczno-Energetycznego PWr oraz prowadzący zajęcia z przedmiotu *Analytical and numerical approach to the thermal conductivity equation* w ramach szkoły zimowej *Computer Aided Mechanical and Power Engineering*.

6.2 Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji

Habilitant w latach 2006 – 2016 brał udział w pracach komitetów organizacyjnych 2 międzynarodowych konferencji 3rd Scientific Conference with International Participation ENERGY RESOURCES OF THE REGION - PRESENT AND FUTURE 2014, 23.10.2014, Trnava, Słowacja oraz XXII Fluid Mechanics Conference, 11-14.09.2016, Słok/Bełchatów, Polska. Był sekretarzem XVII Krajowej Konferencji Mechaniki Płynów, 17-21.09.2006, Słok/Bełchatów, Polska.

6.3 Otrzymane nagrody i wyróżnienia

Działalność organizacyjna i dydaktyczna dr. inż. Pawła Reguckiego była wielokrotnie nagradzana:

- Nagroda Dziekana Wydziału Mechaniczno-Energetycznego za całokształt działalności naukowo-dydaktycznej (2004, 2005, 2006, 2008)
- Nagroda Rektora Politechniki Wrocławskiej w uznaniu wyróżniającego wkładu w działalność uczelni (2007, 2008, 2010, 2016, 2017, 2018, 2019)
- Wyróżnienie JM Rektora PWr z okazji 100-lecia Uczelni Technicznych we Wrocławiu, w uznaniu zasług na rzecz rozwoju Politechniki Wrocławskiej (2010)

6.4 Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Nie wykazano osiągnięcia w tej kategorii

6.5 Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorcami

Nie wykazano osiągnięcia w tej kategorii

6.6 Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Nie wykazano osiągnięcia w tej kategorii

6.7 Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

Habilitant w latach 2016-2018 był członkiem stowarzyszonym Sekcji Mechaniki Płynów Komitetu Mechaniki Polskiej Akademii Nauk.

6.8 Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki

Dr inż. Paweł Regucki popularyzuje wiedzę z zakresu dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka poprzez udział w festiwalach nauki (2019, 2020), publikacje w czasopiśmie popularnonaukowych (9). Dwukrotnie zajmował pierwsze miejsce w konkursie na najlepszego dydaktyka na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej (2006/2007, 2007/2008). Praca dyplomowa przygotowana pod jego opieką promotorską została w VII edycji Konkursu im. prof. Teodora Wróblewskiego uznana za najlepszą pracę dyplomową z zakresu energetyki obronioną na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym w roku akademickim 2018/19 (mgr inż. Julia Dembowska *Analiza możliwości wykorzystania ciepła odpadowego z chłodnicy popiołu kotła fluidalnego*).

6.9 Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji

Habilitant sprawowała opiekę promotorską nad studentami przygotowującymi prace dyplomowe inżynierskie i magisterskie.

6.10 Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich

W latach 2014-2019 dr inż. Paweł Regucki pełnił funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim zakończonym obroną doktoratu (Barbara Janowska, praca doktorska *Badania cieplno-przepływowe chłodnicy popiołu dennego kotła fluidalnego*, przygotowana w Katedrze Termodynamiki, Teorii Maszyn i Urządzeń Ciepłych Politechniki Wrocławskiej).

6.11 Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

Nie wykazano osiągnięcia w tej kategorii

6.12 Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców

Nie wykazano osiągnięcia w tej kategorii

6.13 Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

Nie wykazano osiągnięcia w tej kategorii

6.14 Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych

Dr inż. Paweł Regucki wykonał jedną recenzję artykułu naukowego zgłoszonego do publikacji w czasopiśmie *Journal of Heat and Mass Transfer* (Elsevier) i jedną recenzję przed

wydawniczą książki pt. *Fundamentals of Cooling Tower* (CRC Press, Taylor and Francis Group).

Przedstawiony przez Habilitanta dorobek organizacyjny, dydaktyczny i popularyzatorski oraz dotyczący współpracy międzynarodowej świadczą o jego zaangażowaniu na rzecz Politechniki Wrocławskiej, popularyzacji dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

7. Wniosek końcowy

Podsumowując dorobek naukowo-badawczy Pana dr inż. Pawła Reguckiego należy stwierdzić, że jest on spójny dla dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, w obrębie której działa. Widać ciągłą aktywność zawodową Habilitanta oraz stały rozwój naukowy.

Przedstawione osiągnięcie naukowe pt. *Modelowanie i optymalizacja wybranych procesów fizyko-chemicznych w zamkniętych układach chłodzenia elektrowni* spełnia w postaci zbioru sześciu powiązanych tematycznie artykułów znamiona oryginalnego osiągnięcia naukowego i stanowi istotny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Również osiągnięcia dr. inż. Pawła Reguckiego, zarówno dydaktyczne jak i organizacyjne oraz w zakresie popularyzacji nauki są wystarczające w porównaniu ze zwyczajowo stawianymi wymaganiami.

Stwierdzam, że dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr. inż. Pawła Reguckiego spełniają kryteria stawiane kandydatom ubiegającym się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 poz. 478 z późn. zm.) i może być podstawą do ubiegania się przez Kandydata o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

