



prof. dr hab. inż. Dariusz Butrymowicz

Katedra Budowy Maszyn i Techniki Ciepłej
Wydział Mechaniczny
Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45C, 15-950 Białystok.
tel. 571 443 089
505 835 170
e-mail: d.butrymowicz@pb.edu.pl

Białystok, 11.12.2017

Recenzja

**osiągnięć naukowych, dydaktycznych, organizacyjnych, popularyzatorskich
oraz współpracy międzynarodowej Dr inż. Marcina Trojana
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego**

Podstawą dla wykonania niniejszej recenzji jest pismo Prodziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej, Prof. dr hab. inż. Marka S. Kozienia, nr M.00.520.262/2017 z dnia 19 października 2017 wraz z umową na wykonanie recenzji.

Otrzymałem kopię dokumentacji w wersji papierowej oraz elektronicznej przewodu obejmującej wniosek Habilitanta do Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów wraz z załącznikami:

- odpis dyplomu doktora nauk technicznych;
- autoreferat w języku polskim;
- autoreferat w języku angielskim;
- wykaz wszystkich publikacji w języku polskim;
- zestawienie punktacji za publikacje według MNiSW;
- główne osiągnięcie naukowe – w postaci załączonej monografii w języku angielskim, 9 artykułów w czasopismach recenzowanych, 2 referatów konferencyjnych ujętych w systemie Web of Science, 2 książek zagranicznych oraz jednego rozdziału w książce zagranicznej, tj. łącznie 15 pozycji;
- oświadczenia współautorów o ich udziale w publikacjach współautorskich.

1. Sylwetka habilitanta

Dr inż. Marcin Trojan ukończył studia magisterskie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej w 2005 roku, uzyskując stopień magistra inżyniera o kierunku Mechanika i Budowa Maszyn, w zakresie specjalności Energetyka. W 2007 roku Habilitant ukończył na tejże samej uczelni studia podyplomowe w zakresie: Zarządzanie Bezpieczeństwem i Higieną Pracy, uzyskując kwalifikacje audytora wewnętrznego systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. W roku 2010 Habilitant obronił pracę doktorską na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej i uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn, w specjalności Maszyny i Urządzenia Energetyczne. Tytuł rozprawy doktorskiej: *Identyfikacja stopnia zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnych kotła parowego*; promotorem przewodzie doktorskim był Prof. dr hab. inż. Jan Taler. Habilitant jest od 2016 roku zatrudniony na stanowisku adiunkta w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Krakowskiej.

Po obronie pracy doktorskiej Habilitant realizował prace naukowo-badawcze w zakresie modelowania zagadnień cieplno-przepływowych związanych z kotłami parowymi. W okresie tym Habilitant uczestniczył w realizacji projektów badawczych oraz realizował prace dla partnerów przemysłowych. Efektem tych działań jest obszerny dorobek publikacyjny, który obejmuje elementy osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę do postępowania habilitacyjnego.

2. Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

Habilitant wyspecyfikował do oceny jako osiągnięcie naukowe (Art.16, p.2, Ustawy z dnia 14 marca 2003, z późniejszymi zmianami wprowadzonymi ustawą z dnia 18 marca 2011 oraz Rozporządzenie MNiSW z dnia 01 września 2011, Dz. U. 196, poz. 1165) piętnaście prac stanowiących cykl jednotematycznych publikacji, a także trzy projekty naukowo-badawcze, pod tytułem *Modelowanie matematyczne kotłów parowych ze szczególnym uwzględnieniem przegrzewaczy pary*.

2.1. Zawartość merytoryczna osiągnięcia naukowego Habilitanta

W skład publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe Habilitanta wchodzi¹:

a) Monografia:

[1] Trojan M., Nonlinear mathematical model of a steam boiler with natural circulation, Wydawnictwo Naukowe Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2017, ISBN 978-83-7242-931-5, liczba stron 147;

b) Artykuły z listy A MNiSW, tj. czasopism indeksowanych w Journal Citation Reports (tzw. lista filadelfijska):

[2] Dierwa P., Trojan M., Taler D., Kamińska K., Taler J., Optimum Heating of Thick-Walled Pressure Components Assuming a Quasi-steady State of Temperature Distribution, Journal of Thermal Science, 2016, Vol. 25, str. 380-388 (punktacja MNiSW: 15, IF = 0.401, udział współautorski 20.0 %);

[3] Trojan M., Taler D., Thermal simulation of superheaters taking into account the processes occurring on the side of the steam and flue gas, Fuel, 2015, Vol. 150, str. 75-87 (punktacja MNiSW: 40, IF = 3.611, udział współautorski 50.0 %);

[4] Taler J., Węglowski B., Taler D., Sobota T., Dzierwa P., Trojan M., Madejski P., Pilarczyk M., Determination of start-up curves for a boiler with natural circulation based on the analysis of stress distribution in critical pressure components, Energy, 2015, Vol. 92, str. 153-159 (punktacja MNiSW: 45, IF = 4.292, udział współautorski 12.5 %);

[5] Taler D., Trojan M., Taler J., Mathematical Modeling of Cross-Flow Tube Heat Exchangers With a Complex Flow Arrangement, Heat Transfer Engineering, 2014, Vol. 35, str. 1334-1343 (punktacja MNiSW: 25, IF = 0.814, udział współautorski 35.0 %);

[6] Taler D., Trojan M., Taler J., Mathematical modelling of tube heat exchangers with complex flow arrangement, Chemical and Process Engineering, 2011, Vol. 32, No. 1, str. 7-19 (punktacja MNiSW: 15, IF = 0.394, udział współautorski 33.34 %);

¹ Oznaczenie według systematyki publikacji zastosowanej w Autoreferacie.

c) Artykuły z listy B MNiSW:

- [7] Taler J., Trojan M., Taler D., Dzierwa P., Kaczmarski K., Liszka M., Enhancement of power unit flexibility using pressure accumulation of hot water, Rynek Energii, 2017, Nr 1 (128), str. 78-86 (punktacja MNiSW: 11, udział współautorski: 16.7 %);
- [8] Trojan M., Computer modeling of a convective steam superheater, Archives of Thermodynamics, 2015, Vol. 36, No. 1, str. 125-137 (punktacja MNiSW: 13);
- [9] Trojan M., Taler J., Effect of scale deposits on the internal surfaces of the tubes on the superheater operation, Archives of Thermodynamics, 2013, Vol. 34, No. 4, str. 73-91 (punktacja MNiSW: 8, udział współautorski: 50.0 %);
- [10] Taler J., Dzierwa P., Trojan M., Projektowanie, eksploatacja i monitorowanie kotłów o parametrach nadkrytycznych, Rynek Energii, 2013, No. 5 (108), str. 34-42 (punktacja MNiSW: 9, udział współautorski: 33.32 %);

d) Referaty z konferencji ujęte w Web of Science:

- [11] Trojan M., Taler D., Taler J., Dzierwa P., Modeling of superheater operation in a steam boiler, Proceedings of the ASME 2014 Power Conference, Baltimore, Maryland, USA, 2014 (punktacja MNiSW: 15, udział współautorski: 25.0 %);
- [12] Dzierwa P., Taler D., Taler J., Trojan M., Optimum heating of thick wall pressure components of steam boilers, Proceedings of the ASME 2014 Power Conference, Baltimore, Maryland, USA, 2014, (punktacja MNiSW: 15, udział współautorski: 25.0 %);

e) Książki zagraniczne:

- [13] Taler J., Dzierwa P., Taler D., Jaremkiwicz M., Trojan M., Materials Science and Technologies: Monitoring of Thermal Stresses and Heating Optimization Including Industrial Applications, Nova Science Publishers, 2016, ISBN: 978-1-63485-367-5 (punktacja MNiSW: 25, udział współautorski: 20.0 %);
- [14] Taler J., Trojan M., Taler D., Monitoring of Ash Fouling and Internal Scale Deposits in Pulverized Coal Fired Boilers, Nova Science Publishers, 2011, ISBN: 978-1-61122-043-8 (punktacja MNiSW: 25, udział współautorski: 33.34 %);

f) Rozdział w książce zagranicznej:

- [15] Taler D., Trojan M., Taler J., Chapter 13: Numerical Modeling of Cross-Flow Tube Heat Exchangers with Complex Flow Arrangements, w: A. Ahsan (red.), Evaporation, Condensation and Heat Transfer, InTech, Rijeka 2011, str. 261-278 (punktacja MNiSW: 5, udział współautorski: 33.34 %);

g) Projekty naukowo-badawcze:

- [16] M-9/494/2013, Poprawa własności dynamicznych kotłów parowych - prace przygotowawcze dla EDF Rybnik". okres realizacji: 09.08.2013 - 07.02.2014, zleceniodawca: Politechnika Wroclawska (udział współautorski: nieokreślony; brak załączonych materiałów);
- [17] M-9/238/2015/P, Poprawa elastyczności pracy parowych bloków energetycznych, okres realizacji: 09.04.2015 - 30.09.2016, zleceniodawca: EDF Polska S.A. (udział współautorski: nieokreślony; brak załączonych materiałów);
- [18] System monitorowania zanieczyszczenia komory paleniskowej, przegrzewaczy i innych powierzchni ogrzewalnych w kotle, okres realizacji: 11.09.2012 -30.12.2013, zleceniodawca: EDF Polska S.A. (udział współautorski: nieokreślony; brak załączonych materiałów).

Należy zwrócić uwagę na to, że publikacje stanowiące monotematyczny cykl zostały w istocie podsumowane w rozprawie habilitacyjnej [1], która zawiera także pewne rozszerzenie zagadnień związanych z analizą sprawności kotła parowego oraz zagadnieniami obliczeń

cieplno-przepływowych elementów kotła parowego, a także symulacją pracy kotła parowego. W ramach wyspecyfikowanych przez Habilitanta szczegółowych zagadnieniach podjętych w monografii oraz w cyklu publikacji wykonano:

Przedstawiony do oceny dorobek naukowy, wchodzący w skład głównego osiągnięcia naukowego, obejmuje w zakresie merytorycznym²:

- 1) Opracowanie metody numerycznej do modelowania przegrzewaczy pary kotłów w stanach ustalonych i nieustalonych

Habilitant jest współautorem modelu numerycznego przegrzewaczy pary kotłów w stanach ustalonych i nieustalonych. Rezultaty podejmowanych w tym zakresie prac zostały opublikowane w [1,3,5,6,9,11,14,15]. Opracowane modele o parametrach rozłożonych przegrzewaczy oparte są na formułowanych jednowymiarowych równaniach bilansowych pędu i energii dla pary oraz energii dla rur wymiennika, uwzględniają one transport ciepła ze spalin drogą konwekcji oraz promieniowania. Dla rurowego podgrzewacza powietrza zastosowano model o parametrach skupionych z zastosowaniem metody ϵ -NTU. Opracowane modele umożliwiają predykcję rozkładów temperatury ścianek rur tych wymienników, a także uwzględnienie nierównomierności rozkładu temperatury spalin w przekroju kanału spalinowego, co dla wymienników tego typu stanowi kluczowy aspekt. W opracowanym modelu uwzględniono degradację termiczną wymienników wywołaną zanieczyszczeniami powierzchni wymiany ciepła po stronie parowej oraz spalinowej.

- 2) Opracowanie numerycznego nieliniowego modelu matematycznego kotła parowego, umożliwiającego symulację pracy kotła w różnych warunkach

W monografii [1] Habilitant zaproponował model o parametrach skupionych komory paleniskowej kotła oraz modele o parametrach rozłożonych (modele jednowymiarowe) wszystkich stopni przegrzewacza pary i podgrzewacza wody z uwzględnieniem stosowanych w technice kotłowej układów przepływowych czynników. W zaproponowanym ujęciu modelowym do wyznaczania temperatury spalin i powietrza za poszczególnymi stopniami podgrzewacza powietrza zastosowano metodę ϵ -NTU. W uproszczonym modelu komory paleniskowej przyjęto założenie jednorodności temperatury spalin, a także pominięto składową konwekcyjną wymianę ciepła. Zaproponowany model kotła parowego umożliwia predykcję temperatury rur z uwzględnieniem degradacji termicznej wywołanej zanieczyszczeniem powierzchni po stronie parowej oraz spalinowej rur. Opracowany model umożliwia w szczególności predykcję współczynnika nadmiaru powietrza na wylocie z kotła dla uzyskania znamionowej temperatury pary przegrzanej. Można również wyznaczyć wartość poszczególnych strat i obliczyć rzeczywistą sprawność kotła, zwykle znacznie niższą niż przy spalaniu paliwa o projektowej wartości opałowej. Zaproponowany model kotła parowego może być zastosowany do obliczeń projektowych, jak i eksploatacyjnych, w tym w trybie on-line.

- 3) Opracowanie nowej, eksperymentalno-numerycznej metody do wyznaczania średniego stopnia zanieczyszczania komory paleniskowej i poszczególnych stopni przegrzewacza pary w trybie on-line

² Wykaz zagadnień podejmowanych w ramach osiągnięcia naukowego - według systematyki zastosowanej w Autoreferacie.

W monografii [1] Habilitant zaproponował własną metodę do wyznaczania średniego stopnia zanieczyszczenia komory paleniskowej. Średni stopień zanieczyszczenia komory paleniskowej wyznaczany jest z warunku równości zmierzonego i obliczonego strumienia masy pary z parownika kotła, przy czym w obliczeniach parownika wykorzystany został zaproponowany model wymiany ciepła w komorze paleniskowej kotła (realizowany w ramach zagadnienia nt 2). W odniesieniu do wszystkich stopni przegrzewaczy pary - stopień zanieczyszczenia popiołem wyznaczany jest z warunku równości obliczonego i zmierzonego strumienia ciepła przejmowanego przez dany stopień przegrzewacza od strony pary. Opracowany model możliwy jest do aplikacji w kotłach parowych do bieżącego monitoringu degradacji termicznej wywołanej zanieczyszczeniami powierzchni wymiany ciepła, co z kolei umożliwia sterowanie częstotliwością załączania zdmuchiwaczy żuźla i popiołu.

- 4) Analiza wpływu stopnia zażużłowania ścian komory paleniskowej i zanieczyszczenia popiołem poszczególnych stopni przegrzewacza pary na parametry pracy kotła przy zastosowaniu opracowanego modelu matematycznego kotła

Analizę wpływu stopnia zażużłowania ścian komory paleniskowej i zanieczyszczenia popiołem poszczególnych stopni przegrzewacza pary na parametry pracy kotła Habilitant wykonał przy zastosowaniu zaproponowanego w ramach zagadnienia nr 2 modelu kotła parowego. Przedmiotową analizę Habilitant podjął w pracach [1,14]. Analiza objęła symulację pracę kotła parowego w warunkach czystych oraz zanieczyszczonych powierzchniach wymiany ciepła komory paleniskowej oraz stopni przegrzewacza pary. Zademonstrowano w oparciu o uzyskane wyniki dla przykładowych danych, że w warunkach zanieczyszczenia powierzchni grzejnych komory paleniskowej – zmniejsza się strumień generowanej pary i wzrasta temperatura spalin na wylocie z komory paleniskowej, co ma dalej istotny wpływ na pracę przegrzewaczy pary z uwagi na wzrost przegrzania pary. Z kolei zanieczyszczenia popiołowe powierzchni grzejnych przegrzewaczy powodują obniżenie temperatury pary na wylocie, czyli wzrost temperatury spalin za poszczególnymi stopniami przegrzewacza, z drugiej zaś spadek temperatury pary na wylocie. Wyniki predykcji teoretycznej porównano z wynikami pomiarów przeprowadzonych w warunkach eksploatacyjnych elektrowni uzyskując dużą zgodność.

- 5) Analiza wpływu osadów na wewnętrznych powierzchniach rur przegrzewacza na zmianę temperatury pary i ścianek rur oraz przejmowany strumień ciepła

Zagadnienia wpływu osadów zanieczyszczających powierzchnię grzejną przegrzewaczy powietrza na warunki wymiany ciepła Habilitant przeanalizował w monografii [1] oraz w opracowaniach [3.11]. Wykazał on, że konwekcyjny współczynnik wnikania ciepła na zanieczyszczonych powierzchniach rur przegrzewaczy ulega zwiększeniu w odniesieniu do rur czystych z uwagi na wzrost prędkości pary. W szczególności, dla analizowanego przykładowego przypadku – wykazano, że spadek temperatury pary na wylocie z przegrzewacza może ulec zmniejszeniu o około 25 K z powodu zanieczyszczenia powierzchni grzejnej analizowanego wymiennika, zaś względny spadek mocy cieplnej przekracza 15 %. W podejmowanym zagadnieniu wykorzystano modele opracowane w ramach zagadnienia nr 1.

- 6) Analiza wpływu nierównomierności temperatury spalin na pracę przegrzewaczy pary

Modele przegrzewaczy pary opracowane w ramach zagadnienia nr 1 - umożliwiły Habilitantowi podjęcie analizy wpływu nierównomierności rozkładu temperatury spalin na pracę tych wymienników ciepła. Analizę tę opublikowano w monografii [1] oraz w pracach [3,11]. Należy podkreślić, że w rzeczywistych przegrzewaczach pary występuje nierównomierność wymiany ciepła spowodowana niejednorodnością rozkładu prędkości i temperatury spalin w kanale spalinowym, której często nie bierze się pod uwagę w modelowaniu kotłów parowych. W analizie podjętej przez Habilitanta wzięto także pod uwagę, że opory przepływu po stronie parowej wymienników oraz przeanalizowano zagadnienia dostosowania strumieni masy pary do warunków niejednorodności wymiany ciepła na powierzchniach grzejnych przegrzewaczy.

7) Modelowanie CFD komory paleniskowej kotła i przegrzewaczy pary

Habilitant podjął zagadnienia związane z modelowaniem numerycznym przegrzewacza pary z zastosowaniem środowiska ANSYS-CFX. Uzyskane wyniki zamieścił w monografii [1] oraz w pracy [8]. Obliczenia numeryczne dla zadanych warunków brzegowych pozwoliły na wyznaczenie rozkładów temperatury pary i spalin na wylocie z przegrzewacza oraz rozkładu temperatury na ściance. Uzyskane wyniki walidowano z zastosowaniem poprzednio sformułowanego modelu jednowymiarowego, uzyskując dobrą zgodność. Habilitant podjął także zagadnienie modelowania numerycznego komory spalania. Dla przykładowego kotła przeanalizował on rozkłady temperatur w komorze paleniskowej na wybranych wysokościach, począwszy od leja, poprzez poszczególne palniki i wloty powietrza, aż do wylotu z komory paleniskowej, a także wyznaczony został rozkład temperatury spalin wzdłuż wysokości komory paleniskowej w wybranych przekrojach. Analogicznie jak dla przegrzewacza pary - uzyskane wyniki walidowano z zastosowaniem poprzednio sformułowanego modelu o parametrach skupionych komory spalania, uzyskując dobrą zgodność w zakresie średniej temperatury spalin na wylocie z komory.

8) Poprawa elastyczności kotłów parowych

W ramach tego zagadnienia – Habilitant jest współautorem kompleksowo przeprowadzonej analizy możliwości zastosowania ciśnieniowych zasobników gorącej wody do podwyższania elastyczności bloku o mocy 200MW. W podejmowanych pracach wykazano w szczególności, że zasobniki gorącej wody mogą być wykorzystywane również do napełniania kotła gorącą wodą na początku rozruchu bloku. W podejmowanych pracach [2,12] wykazano, że zaproponowana metoda rozruchu kotła z zalewaniem parownika kotła gorącą wodą jest bezpieczna. Przeanalizowano także efektywność ekonomiczną poprawy elastyczności bloku poprzez zastosowanie ciśnieniowych zasobników wody gorącej, wskazując na poziom prognozy rentowności w odniesieniu do jednostkowej ceny energii elektrycznej.

2.2. Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego Habilitanta

Habilitant opatrzył przedkładany zbiór publikacji wspólnym wyróżnikiem w postaci tytułu jednoznacznie wskazującego na jego jednotematyczność. Co więcej – w monografii [1], w której zawarto zasadnicze rezultaty uzyskane przez Habilitanta, również w jednoznaczny sposób wykazano, że prace przedłożone jako osiągnięcie naukowe stanowią jednotematyczny cykl publikacji, których wiodącym tematem badawczym jest „Modelowanie matematyczne kotłów parowych ze szczególnym uwzględnieniem przegrzewaczy pary”. W mojej ocenie



zatem warunek jednotematyczności przedłożony do oceny zbior publikacji w sposób jednoznaczny spełnia.

Uwagi krytyczne w zakresie publikacji stanowiących osiągnięcia naukowe Habilitanta:

- a) W pracach zrealizowanych w zakresie zagadnień modelowania procesów ciepłno-przepływowych w kotłach parowych – można byłoby oczekiwać dokonania walidacji zaproponowanych opisów modelowych w oparciu o pomiary wykonane na rzeczywistych urządzeniach kotłowych bądź w warunkach badań modelowych. W zasadzie Habilitant wprost podjął się walidacji uzyskanych rezultatów teoretycznych z wynikami pomiarów jedynie przy realizacji zagadnienia nr 4.
- b) W modelu kotła parowego przyjęto, że podgrzewacz powietrza jest rekuperatorem o konstrukcji rurowej, co dla kotłów parowych o mocy 200 MW jest rozwiązaniem raczej nietypowym. Przyjęcie założenia, że stosowany jest w roli podgrzewacza powietrza rekuperator, nie zaś regeneratory obrotowy – umożliwiło stosunkowo proste zastosowanie uproszczonego opisu z zastosowaniem metody ϵ -NTU dla przypadku typu wymiennika, co do którego Habilitant ma już znaczne doświadczenie. Model kotła zyskałby, gdyby uwzględniono w opisie modelowym typ wymiennika znacznie częściej stosowany, tj. obrotowy regeneracyjny podgrzewacz powietrza.
- c) W zakresie zagadnień modelowania numerycznego komory spalania – rezultaty obliczeń numerycznych w monografii [1] w Rozdziale 2.5. Nie przedstawiono jednakże szczegółów w zakresie modelu numerycznego, zwłaszcza w odniesieniu do obliczeń radiacyjnej wymiany ciepła. Uzyskane rezultaty zostały dość pobieżnie omówione, zostały ponadto porównane z wynikami modelu o parametrach skupionych jedynie w zakresie średniej temperatury spalin na wylocie z komory spalania dla rozpatrywanego przypadku.
- d) W osiągnięciu naukowym Habilitant podjął jako jedno z wielu zagadnień – problematykę związaną z oceną zanieczyszczeń powierzchni grzejnych przegrzewaczy pary, co jest wątkiem badawczym podejmowanym wcześniej w ramach rozprawy doktorskiej. Co prawda w ramach osiągnięcia naukowego Habilitant podjął rozwinięcie i wzbogacenie tego obszaru tematycznego o nowe, nie podejmowane wcześniej elementy badawcze, tym niemniej dla porządku należałoby w autoreferacie bądź monografii oczekiwać precyzyjniejszego wskazania na nowe elementy badawcze oraz uzyskane rezultaty w tym zakresie.
- e) Habilitant wskazał jako element osiągnięcia naukowego projekty naukowo-badawcze [16 – 18]. Nie sposób dokonać w sposób jednoznaczny oceny merytorycznej tej części dorobku Habilitanta, bowiem te elementy nie zostały udostępnione w postaci częściowych raportów związanych z działaniami podejmowanymi przez Habilitanta, nie zamieszczono także deklaracji co do udziału współautorstwa Habilitanta w tym zakresie. Stąd ta część dorobku Habilitanta nie została wzięta pod uwagę w ocenie merytorycznej jego osiągnięć.

Powyższe uwagi mają raczej charakter sugestii dotyczących dalszego rozwoju podejmowanych prac, bądź charakter porządkowy, zatem w żaden sposób nie umniejszają mojej jednoznacznej wysokiej oceny dorobku naukowego Habilitanta - wskazanego jako jego główne osiągnięcia naukowe.

Za najistotniejsze osiągnięcia Habilitanta wnoszące istotny wkład poznawczy w dyscyplinie *Budowa i eksploatacja maszyn* uważam:

- kompleksowe opracowanie złożonego modelu wymiany ciepła i oporów przepływu kotła parowego z uwzględnieniem degradacji termicznej wywołanej zanieczyszczeniem powierzchni grzejnych, a także nierównomierności wymiany ciepła w poszczególnych stopniach przegrzewaczy pary;
- współautorstwo opracowanego w sposób kompleksowy innowacyjnego rozwiązania poprawy elastyczności kotłów parowych poprzez zastosowanie ciśnieniowych zasobników gorącej wody;
- kompleksową analizę wpływu nierównomierności przepływu spalin oraz pary w przegrzewaczach pary na ich pracę, a zwłaszcza osiągalne przegrzewy oraz przenoszone moce cieplne – z uwzględnieniem degradacji termicznej wywołanej zanieczyszczeniami powierzchni grzejnych.

Przedmiotowe osiągnięcia mają niewątpliwie charakter prac w pełni oryginalnych, zastosowano w nich nowoczesne i zaawansowane narzędzia modelowania złożonych zjawisk cieplno-przepływowych, w tym modelowania numerycznego. Jednotematyczny cykl publikacji obejmuje zatem w pełni wartościowe poznawczo prace o wysokim poziomie naukowym, opublikowane w renomowanych czasopismach z listy JCR oraz w monografiach wydanych przez renomowane wydawnictwa naukowe o zasięgu międzynarodowym, a także podsumowane w monografii naukowej uzupełnionej o dodatkowe elementy rozwijające prezentowane modele. Należy także wskazać na walory użytkowe osiągnięcia naukowego – bowiem podejmowane przez Habilitanta prace miały bezpośredni bądź pośredni związek z rozwijaną współpracą z partnerami przemysłowymi. Zagadnienia modelowania kotłów parowych podejmowane były także jako efekt bezpośredniej współpracy Habilitanta z dużymi renomowanymi firmami działającymi w obszarze energetyki cieplnej. Z kolei w grupie zagadnień związanych z opracowanym kompleksowym modelem kotła parowego - opracowany model może mieć zastosowanie zarówno w bieżącej ocenie diagnostycznej pracy kotłów parowych, jak również w pracach projektowych.

Podsumowując osiągnięcia naukowe Habilitanta zawarte w przedłożonym do recenzji zestawie prac mogę stwierdzić, że:

- a) przedstawione wyniki badań stanowią jednotematyczny, twórczy dorobek naukowy Habilitanta;
- b) zastosowana metodologia badań jest w mojej ocenie prawidłowa;
- c) podejście Habilitanta charakteryzuje się szerokim, wielowątkowym ujęciem podejmowanych problemów badawczych;
- d) publikacje stanowiące elementy osiągnięcia naukowego dotyczą dorobku naukowego nie związanego bezpośrednio z rozprawą doktorską;
- e) udział Habilitanta w pracach współautorskich obejmuje w zdecydowanej większości przypadków kluczowe elementy tych prac i może być uznany za jego w pełni oryginalne osiągnięcie naukowe;
- f) przedstawione wyniki badań wskazane przez Habilitanta jako główne osiągnięcie naukowe - mogą być uznane za osiągnięcie habilitacyjne stanowiące znaczący wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej *Budowa i eksploatacja maszyn*.

3. Ocena całości dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień według kryteriów zawartych w Rozporządzeniu MNiSW z dnia 1.09.2011, Dz. U. 196/2011.

Dla celów dokonania oceny specyficznie w odniesieniu do poszczególnych kryteriów zamieszczonych w przedmiotowym Rozporządzeniu zamieszczam najpierw podsumowanie całości dorobku Habilitanta na podstawie przedłożonej dokumentacji, co stanowi bazę dla dokonania oceny.

Obszar działalności naukowej Dr inż. Marcina Trojana zasadniczo obejmuje zagadnienia modelowania złożonych zagadnień ciepłno-przepływowych w zastosowaniu do kotłów parowych. W tym zakresie na dorobek naukowy Habilitanta, zgromadzony po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, składają się osiągnięcia przedstawione w opublikowanych łącznie w 62 pracach. Na dorobek po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych składa się na to: 6 publikacji w czasopiśmie znajdujących się na liście A MNiSW, 14 publikacji znajdujących się na liście B MNiSW, 3 monografie (w tym monografia habilitacyjna), 16 rozdziałów w monografiach (w tym 9 w jęz. angielskim), 23 publikacje w materiałach konferencyjnych (w tym 19 w języku angielskim). Należy podkreślić, że elementem dorobku jest współautorstwo książek oraz monografii renomowanych wydawnictw zagranicznych oraz krajowych, oraz że część rozdziałów w monografiach oraz materiałów konferencyjnych jest indeksowanych w systemie Web of Science. Wszystkie publikacje z czasopism znajdujących się na liście A MNiSW dotyczą okresu po uzyskaniu stopnia doktora, natomiast przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant opublikował 2 artykuły w czasopiśmie znajdujących się na liście B MNiSW, 3 rozdziały w monografiach oraz 5 referatów w wydawnictwach konferencyjnych. Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant posiadał zerowy sumaryczny IF. W oparciu o powyższe można w sposób jednoznaczny stwierdzić, że zasadniczą część dorobku naukowego Habilitanta, a w tym w całości główne osiągnięcie naukowe, przypada na okres po uzyskaniu stopnia doktora.

Według bazy Web of Science³ prace Habilitanta były cytowane 27 razy (bez uwzględnienia autocytowań), w bazie znajduje się 15 publikacji Habilitanta, indeks H wynosi $IH = 4$; sumaryczny wskaźnik Impact Factor wynosi $IF = 9.118$. Uzyskane wskaźniki naukometryczne w sposób jednoznaczny wskazują, że liczne prace naukowe stanowiące dorobek naukowy Habilitanta publikowane były w renomowanych czasopiśmie naukowych i pomimo relatywnie bardzo krótkiego okresu uzyskano znaczący wskaźnik ich cytowalności. Należy podkreślić, iż powyższe dane są znacząco wyższe od podanych w autoreferacie ($IH = 3$, wskaźnik cytowalności 16, 12 publikacji w bazie), co świadczy o wysokiej dynamice aktualnych osiągnięć naukowych Habilitanta.

Dr inż. Marcin Trojan brał udział jako wykonawca w 23 projektach badawczych oraz badawczo-rozwojowych. Należy zwrócić uwagę, że spośród tych projektów: 6 zostało sfinansowanych przez EDF Polska S.A. (projekty o charakterze wdrożeniowym), 9 realizowanych było z dofinansowaniem NCN bądź KBN (projekty o charakterze badawczym), 5 realizowanych było z dofinansowaniem NCBiR (w tym projekty strategiczne), 3 projekty finansowane były przez duże koncerny energetyczne zagraniczne. Wszystkie projekty związane były w sposób bezpośredni bądź pośredni z obszarem działalności Habilitanta, tj. zagadnieniami kotłów parowych. Jakkolwiek Habilitant nie kierował żadnym z tych

³ Dane zaktualizowane na dzień 11.12.2017.

projektów, nie wpływa to w sposób negatywny na bardzo wysoką ocenę tej sfery jego działalności zawodowej. Należy bowiem wziąć pod uwagę specyfikę obszaru, jakim się Habilitant zajmuje: są to duże obiekty energetyczne, podejmowanie działań w tym zakresie jest związane ze współpracą z dużymi koncernami energetycznymi oraz współpracą z wieloma zespołami badawczymi – stąd nie można oczekiwać, że pracami o tak znaczącej skali może kierować młody pracownik naukowy przed formalnym uzyskaniem samodzielności zawodowej.

W zakresie współpracy z partnerami przemysłowymi – Habilitant uczestniczył w realizacji wielu projektów wdrożeniowych realizowanych między innymi dla EDF Polska S.A. (udział w trzech projektach dotyczących poprawy elastyczności bloków energetycznych, monitorowania elementów instalacji energetycznych oraz poprawy własności dynamicznych kotłów parowych) oraz Forsmark (udział w jednym projekcie dotyczącym opracowania oprogramowania do obliczeń gęstości strumienia ciepła na powierzchni zewnętrznej wstawek pomiarowych).

Habilitant jest współinicjatorem współpracy Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Krakowskiej z sześcioma zagranicznymi ośrodkami naukowymi (z Niemiec, Indii, Japonii i Kanady). W autoreferacie nie wskazano jednak na zakres podejmowanej współpracy oraz uzyskane jej efekty.

Habilitant prowadził zajęcia dydaktyczne na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej, w tym wykłady z przedmiotów o kluczowym znaczeniu dla specjalności związanych z energetyką: Wymiana ciepła i masy; Metody numeryczne; Analiza i projektowanie systemów energetycznych; Elektrownie i elektrociepłownie. Habilitant prowadził także szkolenia w ramach projektu z dofinansowaniem programu PO Kapitał Ludzki: szkolenia z MES oraz szkolenia z AutoCad.

Habilitant pełni funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej od stycznia 2017 roku.

Biorąc powyższe pod uwagę odniosę się do analizy spełnienia przez Habilitanta kryteriów oceny osiągnięć wyspecyfikowanych w przedmiotowym Rozporządzeniu. Zatem w odniesieniu do osiągnięć naukowo-badawczych stwierdzam, że:

- kryterium §3, punkt 4a) Habilitant jest autorem łącznie 6 prac znajdujących się w Wykazie A MNiSW (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych); w bazie Web of Science⁴ znajduje się 15 pozycji - zatem kryterium to Habilitant spełnia;
- kryterium §3, punkt 4b) - nie odnalazłem w autoreferacie bezpośredniej informacji o spełnieniu przez Habilitanta tego kryterium; jednakże wykazany szczegółowo w autoreferacie zaangażowanie Habilitanta w projektach badawczo-wdrożeniowych realizowanych dla partnerów przemysłowych można potraktować jako współautorstwo w zrealizowanych osiągnięciach projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych – w związku z tym uznaję, że Habilitant kryterium spełnia;
- kryterium §3, punkt 4c) – Habilitant nie jest autorem bądź współautorem zgłoszeń patentowych, wobec czego tego kryterium Habilitant nie spełnia;
- kryterium §3, punkt 4d) - nie odnalazłem informacji o spełnieniu przez Habilitanta tego kryterium; uznaję zatem, że Habilitant jego nie spełnia;

⁴ Stan na dzień 11.12.2017.

- kryterium §4, punkt 1 – Habilitant jest autorem 14 publikacji w czasopiśmie spoza bazy JCR znajdujących się w wykazie MNiSW (część B), 3 monografie (w tym monografia habilitacyjna), 16 rozdziałów w monografiach (w tym 9 w jęz. angielskim), 23 publikacje w materiałach konferencyjnych (w tym 19 w języku angielskim) - zatem kryterium to Habilitant spełnia z nadmiarem;
- kryterium §4, punkt 2 - można potraktować uczestnictwo Habilitanta w realizacji projektów i współautorstwo raportów z ich realizacji (wykaz zawarty w Autoreferacie) jako działalność wymienioną w tym punkcie Rozporządzenia – zatem w mojej opinii Habilitant to kryterium spełnia;
- kryterium §4, punkt 3 - sumaryczny Impact Factor dla publikacji naukowych Habilitanta IF = 9.118, co oznacza, że kryterium to Habilitant spełnia;
- kryterium §4, punkt 4 - liczba cytowań dla publikacji naukowych Habilitanta na dzień 25.08.2016 wynosi 27 w bazie Web of Science (bez autocytowań), biorąc pod uwagę stosunkowo krótki okres pracy badawczej Habilitanta, oceniam ten rezultat jako spełnienie kryterium z nadmiarem;
- kryterium §4, punkt 5 - Indeks Hirscha dla publikacji naukowych Habilitanta na dzień 11.12.2017 wynosi 4 (wg bazy Web of Science), oceniam ten rezultat jako spełnienie kryterium z nadmiarem;
- kryterium §4, punkt 6 - Habilitant nie kierował projektami, na co zwróciłem uwagę powyżej, brał udział jako wykonawca w 23 projektach naukowo-badawczych, zatem kryterium to Habilitant spełnia;
- kryterium §4, punkt 7 - Habilitant nie posiada nagród oraz odznaczeń w związku z działalnością zawodową, zatem tego kryterium Habilitant nie spełnia;
- kryterium §4, punkt 8 - Habilitant jest współautorem 23 publikacji w materiałach konferencyjnych (w tym 19 w języku angielskim), brał udział w pięciu konferencjach naukowych zagranicznych oraz 21 konferencjach krajowych, których tematyka jest związana z obszarem jego zainteresowań naukowych, zatem kryterium to Habilitant spełnia.

Dokonując oceny dorobku Habilitanta w zakresie dydaktycznym, popularyzatorskim, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień - odniosę się do spełnienia poszczególnych kryteriów stawianych w przedmiotowym Rozporządzeniu:

- kryterium §5, punkt 1 – nie znalazłem w autoreferacie stosownych informacji w przedmiotowym zakresie, zatem Habilitant kryterium nie spełnia;
- kryterium §5, punkt 2 – Habilitant nie był członkiem komitetów naukowych i organizacyjnych konferencji; Habilitant brał udział w 5 konferencjach międzynarodowych i 21 konferencjach krajowych, - zatem kryterium to Habilitant spełnia;
- kryterium §5, punkt 3 - Habilitant nie był nagradzany za osiągnięcia naukowe, zatem kryterium tego Habilitant nie spełnia;
- kryterium §5, punkt 4 – bezpośredniej informacji udziału Habilitanta w konsorcjach i sieciach badawczych nie odnalazłem w autoreferacie, jednakże uczestniczył on w realizacji projektów badawczych o charakterze konsorcjalnym, w tym projektach strategicznych - zatem kryterium to Habilitant spełnia częściowo;
- kryterium §5, punkt 5 - Habilitant jest współinicjatorem współpracy Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Krakowskiej z sześcioma zagranicznymi ośrodkami naukowymi; w autoreferacie nie wskazano jednak na zakres podejmowanej współpracy oraz uzyskane jej efekty, tak więc uznaję, że Habilitant przedmiotowe kryterium spełnia częściowo;

- kryterium §5, punkt 6 - informacji udziału Habilitanta w komitetach redakcyjnych oraz radach naukowych czasopism nie odnalazłem w autoreferacie, zatem tego kryterium Habilitant nie spełnia;
- kryterium §5, punkt 7 – Habilitant jest członkiem stowarzyszonym Sekcji Termodynamiki PAN w kadencji 2015 – 2018, zatem Habilitant kryterium spełnia;
- kryterium §5, punkt 8 – Habilitant ma znaczące osiągnięcia dydaktyczne: w zakresie prowadzonych zajęć dydaktycznych (prowadzone liczne specjalistyczne wykłady, także szkolenia specjalistyczne); nie odnalazłem informacji o popularyzacji nauki; uznaję zatem, że Habilitant kryterium to spełnia częściowo;
- kryterium §5, punkt 9 - Habilitant nie wskazał na osiągnięcia w zakresie opieki nad studentami, zatem kryterium tego Habilitant nie spełnia;
- kryterium §5, punkt 10 - Habilitant jest promotorem pomocniczym w otwartym przewodzie doktorskim, zatem kryterium to Habilitant spełnia;
- kryterium §5, punkt 11 - nie odnalazłem informacji o spełnieniu przez Habilitanta tego kryterium; uznaję zatem, że Habilitant tego kryterium nie spełnia;
- kryterium §5, punkt 12 - nie odnalazłem informacji o działalności eksperckiej i doradczej Habilitanta na zamówienie organów władzy publicznej/samorządowej/ przedsiębiorców, zatem kryterium tego Habilitant nie spełnia,
- kryterium §5, punkt 13 - nie odnalazłem wprost informacji o udziale Habilitanta w zespołach eksperckich i konkursowych; uznaję zatem, że Habilitant tego kryterium nie spełnia;
- kryterium §5, punkt 14 – Habilitant nie wskazał dorobku w zakresie recenzowania prac dla czasopism naukowych, zatem Habilitant kryterium tego nie spełnia.

Podsumowując stwierdzam, że w odniesieniu do osiągnięć naukowo-badawczych Habilitant spełnia wprost 9 z liczby 12 kryteriów wyspecyfikowanych w przedmiotowym Rozporządzeniu, w tym 3 kryteria o kluczowym znaczeniu z nadmiarem. Z pewnością intencją prawodawcy nie było wymaganie spełnienia wszystkich kryteriów, ale ich przeważającej liczby, zwłaszcza o kluczowym znaczeniu z punktu widzenia dorobku naukowego. W konsekwencji stwierdzam, że w odniesieniu do osiągnięć naukowo-badawczych Habilitant niewątpliwie spełnia wymagane prawem kryteria.

Podsumowując również ocenę dorobku Habilitanta w zakresie dydaktycznym, popularyzatorskim, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień stwierdzam, że z liczby 14 kryteriów wyspecyfikowanych w Rozporządzeniu - Habilitant spełnia 6 kryteriów, w tym 2 kryteria spełnia częściowo. Spełnione zostały kryteria o kluczowym charakterze w odniesieniu do ocenianej sfery aktywności zawodowej Habilitanta. Stwierdzam, że Habilitant spełnia w dostatecznym stopniu wymagane prawem kryteria w zakresie posiadania dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień.

4. Konkluzja końcowa

Przedstawiona powyżej analiza dorobku naukowego Habilitanta dowodzi, że posiada on znaczące osiągnięcie naukowe, spełniające w stopniu wystarczającym kryteria wyspecyfikowane w Art. 16, punkt 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003, z późniejszymi zmianami wprowadzonymi ustawą z dnia 18 marca 2011 dla osiągnięć naukowych w postępowaniu habilitacyjnym.

Również dokonana w recenzji analiza spełnienia przez Habilitanta kryteriów wymaganych Rozporządzeniem z dnia 01.09.2001 (Dz. U. Nr 196 z roku 2011, poz. 116) w odniesieniu do całości dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień wykazuje, że Habilitant spełnia w stopniu wystarczającym wymagane tym Rozporządzeniem kryteria.

W konkluzji stwierdzam, że wniosek o nadanie Dr inż. Marcinowi Trojanowi stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie *Budowa i eksploatacja maszyn* uważam za w pełni zasadny.

