

RECENZJA CAŁOKSZTAŁTU DOROBKU NAUKOWEGO

DR INŻ. PIOTRA WAISA

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej z dnia 17.04.2019r.

1. SYLWETKA KANDYDATA

Dr inż. Piotr Wais uzyskał tytuł magistra inżyniera w roku 1993 na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn uzyskał w roku 1998 na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „Identyfikacja strumienia przepływu płynu na podstawie rozwiązania zagadnienia odwrotnego w konwekcji”. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup.

Pracę zawodową Kandydat rozpoczął w roku 1993 w Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji, a następnie w Instytucie Aparatury Przemysłowej i Energetyki na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej na stanowisku asystenta. Od roku 2009 do 2018 zatrudniony był jako adiunkt naukowo-dydaktyczny w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Krakowskiej. Oprócz pracy na Politechnice Krakowskiej Kandydat zatrudniony był w jednostkach pozauczelniowych, w tym m.in. w latach 1998-2002 w firmie Fiat Italia w Bielsku-Białym, w latach 2002-2008 w firmie Delphi Kraków, Od 2008-2009 w WSK Alfa Laval Kraków. Od 2015 roku jest doradcą ds. projektów Agencji Wykonawczej ds. Małych i Średnich Przedsiębiorstw Komisji Europejskiej.

2. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Osiągnięciem naukowym zgłoszonym przez Habilitanta jest: **Identyfikacja zjawisk przepływowo cieplnych wpływających na poprawę efektywności energetycznej maszyn i urządzeń energetycznych.**

Dorobek naukowy, wchodzący w skład głównego osiągnięcia naukowego, obejmuje:

- 3 artykuły w czasopismach z listy A MNiSW,
- 6 artykułów w czasopismach z listy B MNiSW
- 1 publikację w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych
- 1 monografię habilitacyjną
- 6 rozdziałów w książkach zagranicznych
- 3 rozdziały w Encyclopedia of Thermal Stresse, wyd. Springer
- 3 rozdziały w monografiach w języku polskim
- 2 projekty naukowo – badawcze

Są to następujące pozycje:

a) Artykuły w czasopismach z listy A MNiSW, indeksowane w Journal Citation Reports (lista filadelfijska)

1. Wais P.: Two and three-parameter Weibull distribution in available wind power analysis, *Renewable Energy*, 103, 2017, str. 15÷29
2. Wais P.: A review of Weibull functions in wind sector, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 2017, str. 1099÷1107
3. Wais P.: Influence of fin thickness and winglet orientation on mass and thermal efficiency of cross-flow heat exchanger, *Applied Thermal Engineering*, 102, 2016, str. 184÷195

b) Artykuły w czasopismach z listy B MNiSW

4. Wais P.: Numerical pressure drop calculation and its correlation for one row heat exchanger, *Journal of Power Technologies*, 96 (6), 2016, str. 449÷458
5. Wais P.: Wpływ wysokości obrzeża łopatki na intensywność zawirowań w kanale turbiny gazowej, *Rynek Energii*, 5 (120), 2015, str. 95÷101
6. Wais P.: Fin-tube heat exchanger performance for different louver angles, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Mechanika*, 86 (290), 2014, str. 115÷122
7. Wais P.: Wysokość wieży a okres zwrotu nakładów w energetyce wiatrowej, *Rynek Energii*, 4 (107), 2013, str. 25÷32
8. Wais P.: Numerical calculation of static pressure in turbine inter blade passage, *Rynek Energii*, 6 (103), 2012, str. 107÷112
9. Wais P.: Fluid flow consideration in fin-tube heat exchanger optimization, *Archives of Thermodynamics*, 31 (3), 2010, str. 87÷104

c) Publikacje naukowe w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, uwzględnionych w Web of Science

10. Wais P.: Correlation and Numerical Study of Heat Transfer for Single Row Cross-flow Heat Exchanger with Different Fin Thickness, *Procedia Engineering*, 157, 2016, str. 177÷184

d) Monografie w języku polskim

11. Wais P.: Marketing i aspekty ekonomiczno-finansowe w energetyce, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2010

e) Rozdziały w monografiach w języku angielskim

12. Wais P.: Wind energy and wind turbine selection, rozdział w książce *Energy Science and Technology, Vol 8 Wind Energy*, pod redakcją J.N. Govil, Wydawnictwo Studium Press Llc., 2015
13. Wais P.: Heat transfer in fin-tube heat exchangers for different radial fin profiles, rozdział w książce *Heat Exchanger and Heat Transfer Engineering Calculations*, pod redakcją J. Taler, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2015, str. 27÷41

14. Wais P.: Explicit Finite-Difference Method for Solving Transient Heat Conduction Problems, rozdział w książce Encyclopedia of Thermal Stresses, vo.3, pod redakcją Richard B. Hetnarski, 2014, str. 1510÷1524
15. Wais P.: Extended Surfaces (Fins and Pins), rozdział w książce Encyclopedia of Thermal Stresses, vo.3, pod redakcją Richard B. Hetnarski, 2014, str. 1536÷1550
16. Wais P.: Implicit Finite-Difference Method for Solving Transient Heat Conduction Problems, rozdział w książce Encyclopedia of Thermal Stresses, vo.5, pod redakcją Richard B. Hetnarski, 2014
17. Wais P.: Fin-tube heat exchanger optimization, rozdział w książce Heat Exchangers – Basics design applications, pod redakcją J. Mitrovic, Wydawnictwo In-Tech Rijeka, 2012

f) Rozdziały w monografiach w języku polskim

18. Wais P.: Współczynniki wnikania ciepła po stronie wody i pary, rozdział w książce Procesy cieplne i przepływowe w dużych kotłach energetycznych. Modelowanie i monitoring, pod redakcją J. Talera, 2011, Wyd. Naukowe PWN
19. Wais P.: Profil żebra i prędkość przepływu powietrza w zagadnieniach optymalizacji wymiennika ciepła, rozdział w książce Systemy, technologie i urządzenia energetyczne, pod redakcją J. Talera, 2010, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, str. 681÷698
20. Wais P.: Wyznaczanie pola prędkości i ciśnienia w palisadzie łopatek turbiny gazowej, rozdział w książce Systemy, technologie i urządzenia energetyczne, pod redakcją J. Talera, 2010, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, str. 925÷937

g) Materiały konferencyjne w języku angielskim

21. Wais P.: Optimization of a car radiator fin thickness, rozdział w książce Engineering Optimistaion IV, pod redakcją A. Araujo, 2014, CRC Press/Balkema
22. Wais P.: One row fin heat exchange numerical optimization, 1st International Congress on Thermodynamics, 2011, rozdział w książce pod redakcją L. Bogusławskiego Thermodynamics in Science and Technology, 2011, str 709÷716
23. Wais P.: Numerical modelling of air flow in turbine blade cascade, Proceedings of the XIIIth International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy, rozdział w książce pod redakcją A. Stachel, D. Mikielwicz Heat Transfer and Renewable Sources of Energy, 2010, str. 559÷566

h) Projekty naukowo-badawcze

24. Numeryczne modelowanie przepływu powietrza pomiędzy łopatkami turbiny, projekt finansowany przez Komitet Badań Naukowych
25. Modelowanie jednorzędowego wymiennika ciepła i jego optymalizacja, projekt finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Przedstawiony powyżej dorobek naukowy Habilitant klasyfikuje w sześciu grupach tematycznych, które dotyczą:

- Opracowania metody identyfikacji procesów przepływowo-ciepłych w przypadku braku możliwości zastosowania odpowiednich korelacji,
- Opracowania nowego kryterium optymalizacji wymiennika ciepła,
- Poprawa sprawności i optymalizacja wymiennika ciepła na przykładzie chłodnicy samochodowej,
- Identyfikacji zjawisk przepływowo-ciepłych przepływu turbulentnego,
- Identyfikacji warunków wietrznych, rzeczywistych możliwości produkcyjnych oraz analiza ekonomiczna opłacalności inwestycji budowy elektrowni wiatrowych w przypadku ograniczonych danych z pomiarów meteorologicznych,
- Opracowania metody identyfikacji potencjału energetycznego elektrowni wiatrowej przy zastosowaniu trójparametrowego rozkładu prawdopodobieństwa Weibulla.

Trzy pierwsze z w/w przez kandydata grup dotyczą optymalizacji pracy wymienników ciepła. Autor opracował metodologię określania procesów cieplno-przepływowych dla przypadków, w których brak jest zależności korelacyjnych. Szczegółowe analizy prowadził na przykładzie wymiennika ciepła z profilami ożebrowanymi badając wpływ zmiany geometrii żebra i jego profilu na wymianę ciepła i wartość spadku ciśnienia spowodowanego zaburzeniem przepływu. Rezultatem tych prac była wiedza na temat powiązania zjawisk przepływowo-ciepłych z kształtem i geometrią żebra. Kolejnym etapem prac w zakresie analizy pracy ożebrowanych wymienników była próba ich optymalizacji. Poszukiwano maksymalnej wartości wskaźnika opisującego stosunek ilości przekazywanego ciepła przez zebro do jego masy. Praktyczne wykorzystanie wiedzy na temat pracy wymienników ciepła Autor przedstawił na przykładzie chłodnicy samochodowej. Analizował wpływ modyfikacji nachylenia żaluzji chłodnicy na wymianę ciepła. Wynikiem tych prac była propozycja modyfikacji kształtu tego wymiennika poprzez zmianę grubości żeber oraz wprowadzenie deflektora zmieniającego kierunek przepływu. Wyniki tych badań zostały opublikowane m.in. w pracach [3,4,6,9,10,13,14,15,16,17,19,21,22,25].

Kolejna grupa badań Autora dotyczyła identyfikacji zjawisk przepływowo-ciepłych w przepływie turbulentnym. Analizowano przepływ czynnika roboczego przez stopień turbiny gazowej, badano wpływ geometrii łopatki na powstawanie zawirowań. Wyniki analiz numerycznych porównano z wynikami otrzymanymi z badań eksperymentalnych, które potwierdziły poprawność modelowania numerycznego. Wyniki tych badań zostały opublikowane m.in. w pracach [5,20,23,24].

Trzecia grupa zagadnień związana jest z analizą warunków wietrznych z uwagi na możliwości produkcyjne oraz opłacalność ekonomiczną budowy elektrowni wiatrowych. Autor opracował metodę oceny dostępnej energii wiatru i wielkość produkcji energii elektrycznej z elektrowni wiatrowej przy ograniczonych danych o warunkach wietrznych. Do tego celu Autor w pierwszym podejściu zastosował w analizę danych wiatrowych dwuparametrowy rozkład Weibulla. W kolejnym etapie badań Autor rozszerzył opracowany model, w którym dwuparametrowy rozkład został zastąpiony trójparametrowym rozkładem Weibulla. Pozwoliło to na modelowanie warunków charakteryzujących się długimi okresami ciszy wietrznej. Wyniki tych badań zostały opublikowane m.in. w pracach [1,2,7,11,12].

Analizując w/w dorobek naukowy Habilitanta można uznać, że rozszerza on wiedzę o procesach wymiany ciepła w wymiennikach, która może być wykorzystana do optymalizacji ich konstrukcji. Prace Habilitanta z zakresu energetyki wiatrowej mogą być przydatne na etapie doboru terenów lokalizacji elektrowni wiatrowych.

Oceniając dorobek naukowy od strony ilościowej należy zauważyć, że stosunkowo niewielka liczba publikacji z listy A jest rekompensowana innymi pracami, w tym m.in. 3

rozdziałami Encyclopedia of Thermal Stresses. Należy również podkreślić fakt, że wszystkie prace wchodzące w skład głównego osiągnięcia naukowego są samodzielnymi publikacjami dr inż. Piotra Waisa.

3. OCENA POZOSTAŁEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

W autoreferacie w punkcie 5 Autor omawiając pozostałe osiągnięcia naukowe opisał zarówno osiągnięcia wchodzące w skład głównego osiągnięcia naukowego (wymienione powyżej w punkcie 2) jak i pozostałe swoje osiągnięcia badawcze, co utrudnia jednoznaczne rozdzielanie tych dwóch obszarów.

Niewątpliwie do drugiej grupy zainteresowań badawczych Kandydata należą prace związane z badaniami przepływomierzy cieplnych dla małych wydajności. Zagadnienia te były głównym tematem jego rozprawy doktorskiej. Opracował uproszczony model matematyczny przepływomierzy, w którym uwzględnił anizotropowość materiału ścianki rurki przepływomierza. Rozwazał przepływy laminarne z ustaloną wymianą pędu i ciepła. Otrzymane wyniki obliczeń porównywał z badaniami eksperymentalnymi, które z kolei przeprowadził dla różnych materiałów rurek, a także różnych warunków termicznych pracy przepływomierza.

Badał również zastosowanie modelu turbulencji $k-\epsilon$ w analizie wymiany ciepła w przepływie powietrza. Wyniki opublikował w czasopiśmie *Heat and Mass Transfer*. Badał także wpływ liczby Reynoldsa na lepkość burzliwą w nieizotermicznych przepływach powietrza, wpływ niepewności pomiarów na wyznaczanie liczby Reynoldsa, zastosowanie metod odwrotnych w analizach wymiany ciepła, wyznaczanie przewodności cieplnej. Zajmował się również pomiarami lokalnego współczynnika przenikania ciepła przez ścianki, oddziaływaniem parametrów cieczy lepko sprężystej na wymianę pędu i ciepła w konwekcji naturalnej, wyznaczaniem obciążenia cieplnego w rurach ekranów kotła, a także analizami ekonomicznymi inwestycji w energetyce wiatrowej.

Brał udział w projektach badawczych, w tym m.in. w realizacji Projektu Strategicznego Zaawansowane Technologie Pozyskiwania Energii – Zadanie 1: Opracowanie technologii dla wysokosprawnych zeroemisyjnych bloków węglowych zintegrowanych z wychwytem CO_2 ze spalin, gdzie był wykonawcą części zadań realizowanych przez Politechnikę Krakowską, a dotyczących:

- wysokosprawnej eksploatacji dużych kotłów energetycznych z wykorzystaniem systemu określania stopnia zażużlowania i zanieczyszczenia popiołem powierzchni ogrzewalnych kotła w trybie on-line
- monitorowania niestabilnych stanów cieplno-wytrzymałościowych ciśnieniowych elementów kotła
- poprawy właściwości dynamicznych kotłów parowych pod kątem ich pracy w systemie energetycznym ze znacznym udziałem farm wiatrowych.

Brał również udział jako wykonawca zadania 2 pt. „Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych”, w realizacji zadań cząstkowych dotyczących:

- opracowanie projektu wielopaliwowego kotła do współpracy z układem oleju termalnego
- zagospodarowanie energetyczne ciepła odpadowego z agregatów prądotwórczych
- budowa pilotażowego układu poligeneracyjnego w Żychlinie.

Jako wykonawca realizował również projekty dotyczące m.in. opracowania nowoczesnych metod oceny trwałości resztkowej elementów ciśnieniowych instalacji energetycznych, metod rozruchu kotła walczakowego, prognozowania długotrwałej pracy stali nowych generacji przeznaczonych do budowy kotłów eksploatowanych powyżej

temperatury granicznej, dynamiki układu kocioł na biopaliwo - kolektor słoneczny - zasobnik wody, monitorowanie zjawisk przepływowo-ciepłych w parowniku kotła z naturalną cyrkulacją. W ramach projektu KIC finansowanego przez European Institute of Innovation & Technology realizował zadanie „Multi-fuel Energy generation for Sustainable and Efficient use of Coal”, wykonywał także prace zlecane przez przemysł, w tym m.in. EDF, Forsmark Nuclear Power Plant.

Był aktywnym uczestnikiem konferencji krajowych i międzynarodowych, takich jak: EASME Infoday (Bruksela 2016), 4th International Conference on Engineering Optimization (Lizbona 2014), International Conference on Measurement (Bratysława 1997), Problemy Badawcze Energetyki Ciepłej (Warszawa 2011, 2015), Zjazd Termodynamików (1996, 2011, 2014), Współczesne Technologie i Urządzenia Energetyczne (Kraków 2010, 2013), Sympozjum Wymiany Ciepła i Masy (1998).

Wielokrotnie był powoływany na recenzenta projektów krajowych i międzynarodowych, wykonał 16 recenzji artykułów w renomowanych czasopismach zagranicznych.

4. OCENA OSIĄGNIĘĆ DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH I POPULARYZATORSKICH ORAZ WSPÓŁPRACY MIĘDZYNARODOWEJ

Pracując jako nauczyciel akademicki na etacie adiunkta w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych dr inż. Piotr Wais był promotorem ponad 80 prac magisterskich i inżynierskich. Prowadził zajęcia dydaktyczne w formie wykładów, ćwiczeń, projektów i laboratoriów, w tym m.in.:

- Termodynamikę przemian energetycznych i wymiany ciepła
- Wymianę ciepła, wymienniki ciepła
- Energetykę gazową
- Energetykę wodną i wiatrową
- Pompy, wentylatory i sprężarki
- Komputerowe modelowanie systemów energetycznych
- Modelowanie CFD
- Systemy i koszty energii w przedsiębiorstwach

Opracował także i prowadził przedmioty w języku angielskim np.:

- Power Engineering Machinery
- Power turbines
- Renewable Energy Sources,
- Hydraulic and wind turbines
- Heat Transfer

Był opiekunem studentów zagranicznych studiujących w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych w ramach programu ERASMUS, współorganizował szkolenia i warsztaty. Pełnił funkcję promotora pomocniczego rozprawy mgr inż. Marzeny Nowak-Ocłoń, doktorantki na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej pt. „Modelowanie zjawisk przepływowo-ciepłych w rurach ekranowych komór paleniskowych kotłów na parametry nadkrytyczne”.

W latach 2012-2016 pełnił funkcję Zastępcy Dyrektora ds. Dydaktycznych. Był także członkiem Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia oraz Komisji Dydaktycznej. Angażował się też w inne prace organizacyjne na rzecz Wydziału i Instytutu takie jak

promocja Wydziału, akredytacja laboratoriów, opieka nad delegacjami zagranicznych ośrodków naukowych.

Był współorganizatorem konferencji i spotkań naukowych, w tym:

- EU Sustainable Energy Week – Bruksela 2016, 2017, 2018,
- EASME Infodey Bruksela 2016, 2017
- IX International Conference on Computational Heat, Mass and Momentum Transfer CCHMT2016
- III Konferencji Naukowo – Technicznej Współczesne Technologie i Urządzenia Energetyczne, 2013
- II Konferencji Naukowo – Technicznej Współczesne Technologie i Urządzenia Energetyczne, 2010

Był doradcą ds. projektów w Agencji Wykonawczej ds. Małych i Średnich Przedsiębiorstw Komisji Europejskiej w Brukseli. Brał udział w zespołach eksperckich przygotowujących m.in. program Horizon 2020 a także udział w realizacji Regionalnych Programów Operacyjnych: Rozwój infrastruktury dydaktycznej Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej oraz Kapitał Ludzki.

5. PODSUMOWANE I WNIOSEK KOŃCOWY

Dr inż. Piotr Wais rozpoczął pracę naukową w roku 1993 początkowo w Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji, a ostatnio do roku 2018 jako adiunkt w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Krakowskiej. W międzyczasie pracował również w przemyśle oraz w instytucjach i firmach poza uczelnianych w tym w instytucjach związanych z Unią Europejską.

Prowadził badania zarówno teoretyczne jak i eksperymentalne w obszarze techniki cieplnej, a w szczególności w zakresie wymiany ciepła w wymiennikach ciepła oraz w zakresie energetyki wiatrowej.

Opublikował łącznie 16 artykułów (w tym 4 z listy A MNiSW, 12 z listy B), jedną monografię, 6 rozdziałów w monografiach w języku angielskim, 5 rozdziałów w monografiach w języku polskim, 5 publikacji w materiałach konferencji międzynarodowych i 4 publikacje w materiałach konferencji krajowych. Uczestniczył w 21 konferencjach krajowych i zagranicznych. Brał udział jako kierownik lub wykonawca w 22 projektach badawczych i kilku pracach naukowo-badawczych realizowanych na potrzeby przemysłu.

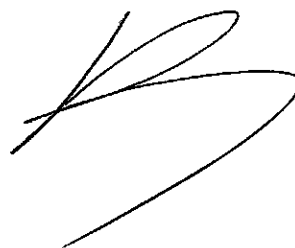
Liczba cytowań Jego publikacji wg bazy Web of Science wynosi 42, indeks Hirscha 4, (wg bazy Scopus liczba cytowani 50, indeks Hirscha 4). Sumaryczny IF Jego publikacji wynosi 18.52. Wskaźniki te można uznać za wystarczające.

Wyniki jego prac poszerzają aktualny stan wiedzy z zakresu wymiany ciepła, w szczególności w zakresie projektowania i modelowania procesów cieplno-przepływowych w ożebrowanych wymiennikach ciepła. Jego prace mogą być również wykorzystane w procesie projektowania elektrowni wiatrowych. Jest osobą rozpoznawalną w środowisku naukowym krajowym oraz międzynarodowym, o czym świadczy Jego częste powoływanie jako recenzenta projektów badawczych, artykułów naukowych a także jako eksperta naukowego w organizacjach unijnych. Za swoją działalność naukową był dwukrotnie nagradzany nagrodami zespołowymi Rektora Politechniki Krakowskiej.

Pozytywnie należy również ocenić Jego działalność dydaktyczną, organizacyjną, a także działalność w zakresie popularyzacji nauki i współpracy międzynarodowej.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że dr inż. Piotr Wais jest pracownikiem naukowym posiadającym wystarczający dorobek naukowy mieszczący się w dyscyplinie

budowa i eksploatacja maszyn, potwierdzony zarówno publikacjami naukowymi w uznanych czasopismach jak i pracami dla potrzeb przemysłu. Stwierdzam zatem, że spełnia On wymagania stawiane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, a także warunki opisane w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Wniosuję do Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej o dopuszczenie dr inż. Piotra Waisa do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego i nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized, somewhat abstract shape.