

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bohdal
Politechnika Koszalińska
Wydział Mechaniczny
Katedra Energetyki
ul. Raławicka 15-17
75-620 Koszalin

Koszalin, 08.11.2021 r.

Recenzja

wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr inż. Demisowi Pandelidisowi na podstawie jednotematycznego cyklu ośmiu publikacji pod wspólnym tytułem:

„Wykorzystanie zjawiska parowania wody oraz nierównowagi termodynamicznej powietrza atmosferycznego jako odnawialnego źródła energii w wybranych aplikacjach energochłonnych”

oraz opinia o dorobku naukowo-badawczym, dydaktycznym i organizacyjnym Kandydata, wykonana na podstawie zlecenia Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej dr hab. inż. Roberta Króla prof. uczelni z dnia 20 września 2021 roku (Uchwała nr 117/08/RDND08/21-24 z dnia 15.09.2021 r.).

1. Wstęp

Dr inż. Demis Łukasz Pandelidis urodził się 2 stycznia 1987 roku we Wrocławiu. W 2006 roku ukończył IX Liceum Ogólnokształcące im. Juliusza Słowackiego we Wrocławiu i rozpoczął studia stacjonarne na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, które ukończył w 2011 roku uzyskując dyplom magistra inżyniera w specjalności Klimatyzacja Ogrzewnictwo i Instalacje Sanitarne.

W latach 2011 ÷ 2016 był słuchaczem studiów doktoranckich na Politechnice Wrocławskiej, gdzie 27 września 2016 roku obronił z wyróżnieniem rozprawę doktorską na temat: „*Modelowanie procesów wymiany ciepła i masy w wymienniku z M-obiegiem pracującym w urządzeniach klimatyzacyjnych*” uzyskując stopień doktora nauk technicznych. Promotorem w tej rozprawie był dr hab. inż. Sergey Anisimov, a recenzentami: prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak i dr hab. inż. Marderos Ara Sayegh.

Kandydat związany jest zawodowo z Politechniką Wrocławską od 2016 roku, gdzie pracuje do dnia dzisiejszego, początkowo jako asystent na Wydziale Inżynierii Środowiska, a od 16.10.2019 r. na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym. W 2020 roku awansował na stanowisko adiunkta naukowego w ramach realizacji projektu naukowego „Lider” finansowanego

przez Nagrodowe Centrum Badań i Rozwoju. Ponadto, w latach 2017-2018 był zatrudniony na stanowisku Research Associate w Texas A&M University w Kingsville (Teksas) w Stanach Zjednoczonych.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą do ubiegania się dr inż. Demisa Pandelidisa o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka jest jednotematyczny cykl ośmiu publikacji pod wspólnym tytułem: „Wykorzystanie zjawiska parowania wody oraz nierównowagi termodynamicznej powietrza atmosferycznego jako odnawialnego źródła energii w wybranych aplikacjach energochłonnych”. Jest to zbiór Jego prac wykonanych w latach 2020 ÷ 2021, w postaci artykułów w uznanych czasopismach oraz referatów konferencyjnych o zasięgu światowym:

1. **D. Pandelidis**, A. Cichoń, A. Pacak, P. Drąg, M. Drąg, W. Worek, S. Cetin, *Performance study of the cross-flow Maisotsenko cycle in humid climate conditions*, International Communications in Heat and Mass Transfer, 115 (2020) 104581. IF = 5,683, udział własny habilitanta 60 %;
2. **D. Pandelidis**, A. Pacak, A. Cichoń, W. Worek, S. Cetin, *Experimental study of plate materials for evaporative air coolers*, International Communications in Heat and Mass Transfer, 120 (2021), 10504-9. IF = 5.683, udział własny habilitanta 70 %;
3. **D. Pandelidis**, E. Niemierka, A. Pacak, P. Jadwiszczak, A. Cichoń, P. Drąg, W. Worek, S. Cetin, *Performance study of a novel dew point evaporative cooler in the climate of central Europe using building simulation tools*, Building and Environment, 181 (2020) 107101. IF = 6.456, udział własny habilitanta 60 %;
4. M. Jagirdar, **D. Pandelidis**, A. Pacak, W. Worek, S. Cetin, *Performance evaluation of an air conditioning system based on quasi isothermal dehumidification*, Energy Conversion and Management, 217 (2020) 113009. IF = 9.709, udział własny habilitanta 45 %;
5. **D. Pandelidis**, A. Pacak, A. Cichoń, P. Drąg, W. Worek, S. Cetin, *Numerical and experimental analysis of precooled desiccant system*, Applied Thermal Engineering, 181 (2020) 115929. IF = 5.295, udział własny habilitanta 65 %;
6. **D. Pandelidis**, *Numerical study and performance evaluation of the Maisotsenko cycle cooling tower*, Energy Conversion and Management, 210 (2020) 112735. IF = 9.709, udział własny habilitanta 100 %;
7. **D. Pandelidis**, M. Drąg, P. Drąg, W. Worek, S. Cetin, *Comparative analysis between traditional and M-Cycle based cooling tower*, International Journal of Heat and Mass Transfer, 159 (2020) 120124. IF = 5.584, udział własny habilitanta 70 %;
8. **D. Pandelidis**, A. Cichoń, A. Pacak, P. Drąg, W. Worek, S. Cetin, *Water desalination through the dew-point evaporative system*, Energy Conversion and Management 229 (2021) 113757. IF = 9.709, udział własny habilitanta 60 %.

Zgodnie z oświadczeniem współautorów dołączonym do wniosku, Kandydat jest głównym autorem powyższych opracowań, a Jego udział w poszczególnych pracach wynosi od 45% do 100 %.

Przedstawiony do oceny dorobek Habilitanta dotyczy możliwości uzyskania poprawy efektywności energetycznej urządzeń chłodniczo-klimatyzacyjnych. Zrealizowane badania związane są z wykorzystaniem zjawiska parowania wody oraz nierównowagi termodynamicznej powietrza atmosferycznego (tzw. energii psychrometrycznej), jako odnawialnego źródła energii w wentylacji, klimatyzacji, chłodnictwie oraz przy oczyszczaniu lub odsalaniu wody pitnej. Wybór problematyki badawczej przez dr inż. Demisa Pandelidisa należy ocenić bardzo pozytywnie. Wynika on z potrzeby ograniczenia zużycia energii pierwotnej w instalacjach energetycznych oraz poszukiwania nowych źródeł energii i ich zastosowania. Dotyczy to zarówno źródeł ciepła w urządzeniach grzewczych jak i chłodniczych. O ile istnieje wiele rozwiązań pozwalających zwiększyć efektywność systemów grzewczych (pompy ciepła, kolektory słoneczne itp.), to niewiele jest rozwiązań pozwalających na uzyskanie istotnych oszczędności w układach wentylacji, klimatyzacji, chłodnictwa czy w układach wyparnych. Dlatego tak ważnym jest podjęcie prowadzenia badań w tym zakresie, które skoncentrowały się na opracowaniu technologii bazujących na chłodzeniu wyparnym punktu rosy (ang. dew-point evaporative cooling), nazywanym także od nazwiska odkrywcy „obiegami Maistosenki (M-obiegami)”. Proces ten, ze względu na swoją naturę, pozwala maksymalnie wykorzystywać naturalną nierównowagę termodynamiczną powietrza do pozyskiwania energii, przy bardzo niskich nakładach energetycznych dostarczenia jej z zewnątrz, co oznacza, że w badanym procesie występuje niezbędny potencjał do obniżenia energochłonności w układzie. Należy tu wyeksponować szczególne osiągnięcia Autora, w postaci istotnego wkładu naukowego, a dotyczącego takich problemów, jak:

- **Opracowanie i weryfikacja eksperymentalna koncepcji zwiększenia efektywności odzysku tzw. „chłodu” w systemach wentylacyjnych poprzez wykorzystanie nierównowagi termodynamicznej powietrza atmosferycznego.** W ramach prowadzonych badań opracowano model matematyczny oraz wykonano analizę procesów wymiany ciepła i masy zachodzących w wymiennikach z obiegiem Maisotsenki w warunkach odzysku „chłodu” z powietrza wywiewanego z uwzględnieniem kondensacji pary wodnej zawartej w powietrzu chłodzonym. Opracowano oraz wykonano prototyp rozwiązania optymalnego dla polskich warunków klimatycznych w postaci adaptacyjnego wymiennika regeneracyjno - przeciwprądowego, który został zgłoszony do opatentowania. Zaproponowane rozwiązanie wykorzystuje adaptacyjny układ przeciwprądowy, który w zależności od warunków wewnętrznych i zewnętrznych, może pracować zarówno w trybie odzysku „chłodu” z powietrza wywiewanego, jak też pracować wyłącznie na strumieniu powietrza zewnętrznego. Może również pracować w trybie mieszanym, wykorzystując częściową recyrkulację powietrza. Habilitant przeprowadził cykl symulacji klimatyzacji budynku z wykorzystaniem modeli empirycznych uzyskanych w ramach eksperymentu, które potwierdziły możliwość znaczącego obniżenia energochłonności systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych dzięki wykorzystaniu tej nowej technologii.
- **Opracowanie dwóch koncepcji rozwiązania autonomicznego systemu klimatyzacji wykorzystującego nierównowagę termodynamiczną powietrza atmosferycznego oraz osuszanie sorpcyjne powietrza, przeznaczonego do pracy w polskich warunkach klimatycznych.** Pierwsza technologia jest oparta na quasi-izotermicznym systemie osuszającym.

Rozwiązanie to jest jedną z pierwszych technologii adsorpcyjnych, pozwalających na kompensację zysków ciepła w pomieszczeniu i zapewniając komfortowe parametry wewnętrzne, współpracując z niskotemperaturowym źródłem ciepła (50°C). Druga technologia oparta jest na wysokoefektywnej jednostce wentylacyjno - klimatyzacyjnej, która jest autonomicznym, adsorpcyjnym systemem klimatyzacyjnym będącym w stanie osiągnąć współczynnik COP na poziomie 4,5. Podczas współpracy z niskotemperaturowymi pompami ciepła układ skojarzony jest w stanie osiągnąć wartość współczynnika COP na poziomie 20 (5 krotnie większy od tradycyjnych systemów klimatyzacyjnych). Habilitant pozyskał środki na wykonanie komercyjnego prototypu tego rozwiązania.

- **Opracowanie koncepcji nowej technologii wież chłodniczych wykorzystujących nierównowagę termodynamiczną powietrza atmosferycznego w obiegu Maisotsenki**, gdzie opracowano model matematyczny opisujący przeciwprądową wieżę chłodniczą z M- obiegiem, cechującą się nierówną długością kanału suchego oraz mokrego. Przeanalizowano procesy wymiany ciepła i masy zachodzące w trakcie ochładzania wody za pomocą M-obiegu oraz wykazano ich charakterystyczne cechy. Przeprowadzona analiza potwierdziła, że nowa technologia pozwala na ochładzanie cieczy poniżej temperatury termometru mokrego powietrza na wlocie do jednostki. Pozwoliła również na opisanie charakterystycznych cech procesu wymiany ciepła i masy w wieży z M-obiegiem. Stwierdzono, że w „mokrym kanale wymiennika” występują dwie aktywne strefy wymiany ciepła i masy, podobnie jak w przypadku jednostek wyparnych stosowanych do ochładzania powietrza. Wykazano przewagę nowej technologii nad rozwiązaniami tradycyjnymi - jednostka jest w stanie osiągać niższe wartości temperatury chłodzonej wody przy tych samych gabarytach zewnętrznych co tradycyjna wieża chłodnicza oraz cechuje się wyższą efektywnością niż w tradycyjnych wieżach chłodniczych. Nakreślono kierunki dalszych badań niezbędne do realizacji przed wykonaniem komercyjnego prototypu. Habilitant planuje wykonanie prototypu jednostki w ramach projektu naukowego realizowanego wspólnie z University of Illinois w USA.

- **Zaproponowanie metody odsalania/oczyszczania wody opartej na nierównowadze termodynamicznej powietrza atmosferycznego**. Nowa metoda wykorzystuje układ dwóch lub trzech szeregowo połączonych wymienników wyparnych w układzie naprzemiennie ułożonych kanałów „suchych i mokrych”, przy czym wyróżnia się ona bardzo niską energochłonnością. Przeprowadzone prace pozwoliły na opracowanie oryginalnego modelu matematycznego opisującego proces oczyszczania cieczy w szeregowo ułożonych wymiennikach „punktu rosy”, przeprowadzono jego walidację dla danych eksperymentalnych. Wykazano, że proponowana technologia pozwala na ograniczenie zużycia energii na poziomie 50%, w odniesieniu do najskuteczniejszych obecnie stosowanych metod (np. separacja membranowa). Wskaźnik zużycia energii SEC jest mniejszy lub równy 1,5 kWh/m³ oczyszczonej wody. Wykazano, że proponowana technologia pozwala na odzysk prawie 90% oczyszczonego surowca w procesie odparowania i kondensacji, co stanowi kolejną istotną wartość rynkową. Potwierdzono, że proponowana jednostka uzyskuje wysoką efektywność oczyszczania cieczy w większości warunków klimatycznych (z wyłączeniem klimatów subarktycznych), zatem posiada szeroki potencjał wdrożeniowy w większości regionów świata, w tym najbardziej dotkniętych deficytem wody słodkiej.

Należy wyraźnie podkreślić, że prezentowana przez Habilitanta tematyka cyklu prac jest bardzo interesująca, oryginalna i nowoczesna. Bazuje na najnowszych osiągnięciach naukowych z ostatnich lat. Przedstawiony do oceny jednotematyczny cykl publikacji, pomimo że może stanowić kompletne dzieło naukowe, wskazuje również kierunki dalszego rozwoju badań i może inspirować do prowadzenia nowych badań w zakresie szeroko pojętej wentylacji i techniki chłodniczo-klimatyzacyjnej. Wyróżnia się wysokim poziomem opracowania, jest wypełniony kompleksowo wynikami i nowoczesną metodyką badawczą. Wnosi nową wiedzę do zagadnień szeroko pojętej energetyki i jest przydatny inżynierom oraz pracownikom naukowym, zwłaszcza nauk technicznych. Znacząco wpływa na rozwój aktualnego stanu wiedzy i stosowanych technik pomiarowych.

Opiniowane prace dr inż. Demisa Pandelidisa uważam za ważny i wartościowy wkład do poznania i analizy zjawisk ciepłno-przepływowych związanych z wykorzystaniem parowania wody oraz nierównowagi termodynamicznej powietrza atmosferycznego jako odnawialnego źródła energii w wybranych aplikacjach energochłonnych, co oznacza, że założony cel został zrealizowany. Postawione w publikacjach problemy zostały rozwiązane prawidłowo. **Tym samym jednotematyczny cykl publikacji, jako osiągnięcie naukowe spełnia w moim przekonaniu, w sposób w pełni zadowalający wymagania określone w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

3. Ocena istotnej działalności naukowej

Dr inż. Demis Pandelidis po ukończeniu studiów prowadził prace badawcze związane z modelowaniem matematycznym procesów ciepłno - przepływowych zachodzących w wymiennikach wyparnych, które związane były z teoretyczną analizą pośredniego systemu chłodzenia wyparnego. Ich celem było opracowania precyzyjnego modelu matematycznego opisującego perforowany, krzyżowo-prądowy wymiennik ciepła z obiegiem Maisotsenki. Zaproponowany model matematyczny wymiennika z M-obiegiem wprowadzał, poprawkę uwzględniającą występowanie dwóch aktywnych stref wymiany ciepła i masy w kanale pomocniczym oraz możliwość naruszenia zasady Lewisa.

W ramach modelowania procesów wymiany ciepła i masy w wymienniku z M-obiegiem, stosowanym w instalacjach klimatyzacyjnych opracowano dwa algorytmy: jeden opisujący warunki idealne oraz algorytm rzeczywisty, nazwany Uniwersalną Metodą Sekcji. Zasadniczą przewagą drugiej metody była możliwość odwzorowania rzeczywistego kształtu wymiennika oraz możliwość przeanalizowania wpływu układu perforacji kanału na sprawność urządzenia. Przeprowadzona walidacja potwierdziła, że opracowany model pozwala na skuteczne odwzorowanie pracy wymiennika.

W ramach badań nowych technologii wyparnych Habilitant prowadził prace nad optymalizacją strukturalną wymienników ciepła, w celu stworzenia narzędzia pozwalającego na opracowanie najbardziej efektywnych rozwiązań dla polskich warunków klimatycznych, gdzie zastosował wielokryterialną optymalizację, z wykorzystaniem funkcji celu Harringtona. Mając na uwadze warunki zimowe przeprowadzono analizę formowania się szronu w krzyżowym i przeciwprądowym wymienniku do odzysku ciepła. Wykonane badania pozwoliły na

określenie wartości temperatury progowej, co pozwala na bezpieczną pracę wymiennika w zależności od parametrów powietrza wywiewanego z pomieszczenia oraz sprawności temperaturowej tego wymiennika. Opisano charakterystyczne procesy wymiany ciepła i masy zachodzące w wymienniku w różnych warunkach pracy oraz wykazano potencjalne oszczędności energetyczne wynikające z jego zastosowania.

Habilitant zajmował się także rozwiązaniami podwyższającymi efektywność energetyczną budynków, w tym projektowaniem oraz nadzorem autorskim nad wykonaniem instalacji sanitarnych. Wykonał kilkanaście projektów instalacji, charakterystyk i certyfikatów energetycznych oraz planów termomodernizacyjnych dla obiektów w Polsce oraz na terenie Unii Europejskiej. Jednym z ważniejszych osiągnięć było opracowanie audytów energetycznych oraz planów pełnej termomodernizacji dla budynków użyteczności publicznej (hotel, teatr, galeria itp.), zaś opracowane rozwiązania pozwoliły na zmniejszenie energochłonności obiektów o ponad 50%. Poza tym wyliczenia ekonomiczno-energetyczne wykonane na etapie audytu pokryły się z wynikami praktycznymi uzyskanymi analizowanych obiektach.

Po uzyskaniu stopnia doktora dr inż. Demis Pandelidis kontynuował wszystkie rozpoczęte już wcześniej tematy badawcze, a także podjął nowe problemy dotyczące takich tematów jak: innowacyjne absorpcyjne systemy klimatyzacyjne, innowacyjne technologie absorpcyjne, nowe technologie wież chłodniczych, nowe technologie wymienników wyparnych, wykorzystanie technologii wyparnych do odsalania/oczyszczania wody, podwyższanie efektywności systemów ogrzewania i wentylacji oraz zintegrowane systemy budynku niskoenergetycznego.

W latach 2016-2018 Habilitant pracował nad absorpcyjnymi agregatami chłodniczymi, gdzie opracował model matematyczny opisujący pracę agregatu przy wykorzystaniu mikroemulsji jako czynnika chłodniczego. Rozwiązanie to pozwalało na wyeliminowanie skraplacza z układu chłodniczego, ponieważ czynnik chłodniczy „wydzielał się z sorbentu” w postaci fazy ciekłej w procesie desorpcji. Do konstrukcji absorbera wykorzystano układ wirującego dysku, a w konstrukcji desorbera zastosowano układ pola elektrostatycznego usprawniającego proces desorpcji. Opracowany model został zweryfikowany na prototypie urządzenia uzyskując bardzo wysoką zgodność z danymi pomiarowymi.

W 2019 roku Autor opracował model matematyczny rotora sorpcyjnego wykorzystującego sorbent CAU-10 MOF, który cechował się unikalną izotermą sorpcji typu V, a to pozwalało utrzymać wysoki potencjał wymiany masy przy wysokim stopniu nasycenia materiału sorpcyjnego. Do opracowania modelu wykorzystano aproksymację izotermy za pomocą wielomianu 4 rzędu z uwzględnieniem wykładniczej zmiany przy nasyceniu sorbentu z 15 do 25%. Przeprowadzona walidacja modelu wykazała wysoką zgodność z eksperymentem. Model został wykorzystany do optymalizacji rotora na potrzeby usuwania z powietrza lotnych związków organicznych.

Na uwagę zasługują też prace nad systemem usuwania ciepła adsorpcji ze zbiornika gazu ziemnego wykorzystującego jako sorbent skorupy orzechów kokosowych. Celem prac było skrócenie czasu ładowania zbiornika, co umożliwiło jego szerszą aplikację w miejsce standardowych, wysokociśnieniowych zbiorników gazu.

Habilitant opracował również pełną koncepcję technologiczną wieży chłodniczej punktu rosy, w tym technologię dwustopniowej bezpośredniej wieży chłodniczej. Nowa technologia uzyskała polski patent numer 226991 w 2016 roku. Podstawowe rozwiązanie wykorzystuje wielostopniowy układ powietrzny umożliwiający osiągnięcie wartości temperatury o około 10% niższych, niż w przypadku typowych wież chłodniczych. W 2016 roku dzięki wykorzystaniu modelowania matematycznego, zmodyfikowano aranżację istniejącego przepływu na krzyżowo-przeciwprądowy oraz opracowano technologię karbowanego wypełnienia wymiennika ciepła, które poprawiło dystrybucję cieczy i powietrza i pozwoliło uzyskać temperatury niższe o 20% w stosunku do tradycyjnych wież bezpośrednich.

W latach 2016-2018 Habilitant prowadził prace dotyczące pilotażowego systemu do odzysku „chłodu” w układach pracujących w warunkach bardzo wilgotnych Azji Południowo-Wschodniej. Uzyskano oszczędności energetyczne dochodzące do 70%, udało się także potwierdzić możliwość odzysku wody na potrzeby parowania z kondensatu powstałego w kanałach powietrza zewnętrznego- poziom odzysku cieczy dochodził do 90%. Rozwiązania technologiczne opracowane na potrzeby korporacji Aerae Cooling Technologies Limited w Hong Kongu zostały zgłoszone do opatentowania.

Prowadząc prace badawcze nad nowymi technologiami wyparnymi Habilitant opracował także technologię niezależnego systemu chłodniczego, wykorzystującego chłodzenie wyparne oraz membranowy system usuwania wilgoci. Nowe rozwiązanie stanowi autonomiczny układ klimatyzacyjny, pozwalający na niskoenergetyczne chłodzenie powietrza w warunkach klimatycznych południa Stanów Zjednoczonych.

Należy zwrócić uwagę na opracowywane przez Kandydata praktyczne rozwiązania mające zastosowanie dla krajowych i zagranicznych przedsiębiorstw. Jednym z głównych kierunków Jego prac jest podwyższanie efektywności systemów grzewczych i wentylacyjnych. Opracował On szereg rozwiązań podwyższających jakość produktów oferowanych przez przedsiębiorstwa, w tym: glikolowe układy zabezpieczenia przed zamrażaniem wymienników do odzysku ciepła dla przemysłowych kabin lakierniczych, kierownicowy system dystrybucji powietrza w kabinach lakierniczych, przeprowadził optymalizację nagrzewnic powietrze - spaliny na potrzeby pieców wygrzewczych oraz opracował modele matematyczne kluczowych elementów układów obróbki ciepło - wilgotnościowej dla kabin lakierniczych. Proponowane rozwiązania zostały wykorzystane w celu zwiększenia energooszczędności systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji wykonywanych przez firmy oraz wprowadzenia rozwiązań bazujących na poborze energii odnawialnej w sposób uzasadniony ekonomicznie. Wprowadzenie nowych, energooszczędnych rozwiązań do oferty firm pozwala znacznie rozszerzyć ich potencjał rynkowy. W 2018 roku przeprowadził analizę możliwości stworzenia niskoenergetycznego systemu chłodzenia serwerowni, gdzie zaproponował innowacyjne rozwiązanie polegające na zanurzeniowym chłodzeniu serwerów, z wykorzystaniem oleju mineralnego jako czynnika chłodniczego. Do odbioru ciepła zaproponowano spiralne wymienniki gruntowe zlokalizowane pod budynkiem serwerowni. Rozwiązanie pozwoliło na uzyskanie oszczędności energii w stosunku do klasycznych metod chłodzenia na poziomie 80%, przy relatywnie niskich nakładach inwestycyjnych. W 2020 roku Habilitant wykonał ekspertyzę sprawdzającą możliwości wykorzystania otworów mroźniowych, zlokalizowanych przy szybie kopalni, jako generatora ciepła i „chłodu”, wykorzystywanego do celów związanych

z bieżącym funkcjonowaniem obiektów przyszybowych. Zaplanowano współpracę układu dolnego źródła ciepła w otworach mrozeniowych z pompami ciepła typu solanka - woda zlokalizowanymi na terenie obiektu.

W 2020 roku Kandydat rozpoczął współpracę z tureckim producentem paneli fotowoltaicznych, wspólnie opracowano koncepcję egzoenergetycznej solarnej jednostki chłodniczej, która wytwarzając efekt chłodniczy na potrzeby klimatyzacji generuje więcej energii elektrycznej, niż zużywa na potrzeby wytworzenia efektu chłodniczego. Ponadto, urządzenie generuje ciepło na potrzeby podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Nowe rozwiązanie opiera się na metodzie wykorzystującej sorpcyjno-wyparne urządzenie chłodnicze, współpracujące z panelami fotowoltaicznymi chłodzonymi cieczą.

Dorobek naukowy Kandydata jest znaczny i został wydatnie pomnożony po uzyskaniu stopnia doktora. Jest on autorem lub współautorem łącznie 142 opublikowanych prac naukowych, 96 artykułów (w tym 36 z IF). Po uzyskaniu stopnia doktora opublikował 48 prac (22 artykuły w czasopismach naukowych z IF, 7 artykułów w czasopismach branżowych). Wyniki swoich badań przedstawił na 33 konferencjach naukowych (19 po doktoracie), w tym 24 na konferencjach międzynarodowych. Na szczególne wyróżnienie zasługują publikacje w czasopismach o zasięgu międzynarodowym: *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, *Building and Environment*, *Energy Conversion and Management*, *Applied Thermal Engineering*, *Energy Conversion and Management*, *Energy and Buildings*, *Energies* oraz referaty wygłoszone na konferencjach międzynarodowych w Chinach, USA, Izraelu, Wietnamie, Rosji, na Węgrzech, w Wielkiej Brytanii, Kanadzie i Grecji. Jest również współautorem 19 opracowań zbiorowych w postaci dokumentacji prac badawczych, raportów z badań i ekspertyz. Dorobek naukowy Habilitanta charakteryzuje wg bazy Web of Science - indeks Hirscha 15, liczba cytowanych prac 42, liczba cytowań 541 (bez autocytowań). Wg bazy Scopus indeks Hirscha wynosi 17, liczba cytowanych prac 45, liczba cytowań 622 (bez autocytowań), a wg bazy Google Scholar Hirscha to 21, liczba cytowanych prac 129, liczba cytowań 1248 (bez autocytowań). Całkowity dorobek punktowy, po odliczeniu udziału współautorów prac wynosi łącznie 1392 punktów, w tym 1220,4 punktów za artykuły w czasopismach z IF. Dorobek punktowy w okresie po uzyskaniu stopnia doktora to 992 punkty (z czego 978,8 to punkty w czasopismach z IF). Całkowity Impact Factor wynosi 155,014, w tym 107,3 po uzyskaniu stopnia doktora.

Swoje prace badawcze Habilitant realizował w ramach projektów badawczych finansowanych z grantów zdobywanych w konkursach krajowych i zagranicznych, co świadczy o bardzo dobrych efektach Jego działalności naukowej. Brał udział w realizacji 14 grantów badawczych krajowych i międzynarodowych, w których dziewięć razy był kierownikiem, a pięć razy wykonawcą. Były to projekty finansowane ze środków: amerykańskich (6 projektów), chińskich (1 projekt) i krajowych (NCBiR, Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego, Ministerstwo nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Wrocławskie Centrum Akademickie). Obecnie kieruje trzema projektami badawczymi, w tym Lider X i projektem międzynarodowym we współpracy z University of Illinois w USA.

Realizując prace naukowe w zakresie techniki cieplnej i chłodniczej Kandydat kładzie duży nacisk również na aspekt aplikacyjny i wdrożeniowy swoich badań. Świadczą o tym

zrealizowane liczne prace o charakterze stosowanym. Należy tutaj wymienić, między innymi - opracowanie: 1. metody podwyższania efektywności odzysku „chłodu”, 2. dwustopniowego systemu klimatyzacji strefowej i systemu dystrybucji wody dla wymienników na potrzeby firmy *Aurae Cooling Technologies Limited* z Hong Kongu, 3. adaptacyjnej jednostki do odzysku „chłodu”, 4. ściennego klimatyzatora wyparnego, 5. wysokoefektywnej jednostki wentylacyjno – klimatyzacyjnej, 6. solarnej, egzoenergetycznej jednostka klimatyzacyjnej, 7. adaptacyjnego algorytmu sterowania systemem odzysku ciepła, 8. membranowego klimatyzatora wyparnego dla wilgotnych klimatów, 9. systemu odprowadzania ciepła sorpcji z adsorpcyjnych zbiorników gazu ziemnego na potrzeby firmy *EnergTek (USA)* we współpracy z *Texas A&M University*, 10. systemu ochrony przed zamarzaniem instalacji wentylacyjnej kabin lakierniczych potrzeby firmy *SciTeeX sp. z o.o.*, 11. ulepszenie technologii polegające na zastąpieniu przepływu przeciwaprądowego krzyżowym oraz wprowadzenie turbulatora przepływu, zwiększających efektywność wymiany ciepła. Większość z wykonanych prac została zakończona zgłoszeniem patentowym. Habilitant jest w posiadaniu czterech patentów (w tym dwóch amerykańskich z udziałem 100%) i jednego zgłoszenia patentowego. Posiada również trzy wdrożenia przemysłowe i jest autorem sześciu ekspertyz wykonanych na potrzeby podmiotów gospodarczych krajowych i zagranicznych.

Znaczący jest udział Kandydata w pracach wykonywanych na zlecenie i we współpracy z podmiotami gospodarczymi, wśród których można wymienić przykładowo firmy polskie i zagraniczne: *Frapol sp. z o.o. (Polska)*, *Coolerado Inc.*, *LG Electronics Polska*, *H&M Biuro Projektów (Polska)*, *Swegon sp. z o.o. (Polska i Szwecja)*, *Klima Therm sp. z o.o. (Polska)*, *KGHM s.a. (Polska)*, *Aurae Technologies Ltd. (Hong Kong)*, *Baryon Inc. (USA)*, *ICM Capital (Singapur)*, *EVS Ewa Bartczak (Polska)*, *Sys-term sp. z o.o. (Polska)*, *SciTeeX sp. z o.o. (Polska)*, *Energ-Tek Inc. (USA)*, *Xergy Inc. (USA)*, *H&M Biuro Projektów (Polska)*, *Solimpeks Inc. (Turcja)*, i *Munters Inc. (USA)*.

Dorobek naukowy dr inż. Demisa Pandelidisa oceniam bardzo wysoko. Jest on autorem wielu oryginalnych opracowań naukowych o charakterze poznawczym i aplikacyjnym. Podjęta tematyka badawcza jest nowoczesna i dotyczy jeszcze mało zbadanych problemów naukowych związanych z wykorzystaniem zjawiska parowania wody oraz nierównowagi termodynamicznej powietrza atmosferycznego, jako odnawialnego źródła energii w wybranych aplikacjach energochłonnych. W swoich opracowaniach Habilitant opisuje fizykę zachodzących zjawisk i przedstawia modele matematyczne z nią związane. Są one bardzo przydatne w prowadzeniu rozważań naukowych i w obliczeniach inżynierskich. O ich przydatności świadczą bardzo liczne cytowania publikacji Autora. Na szczególną uwagę zasługuje prowadzenie badań pod kątem przyszłych zastosowań uzyskanych wyników. Dowodem tego są liczne patenty, wdrożenia raz nowe konstrukcje i technologie.

Pewien niedosyt może budzić brak autorskich, jednoosobowych publikacji Kandydata. Wszystkie wskazane do oceny opracowania są pracami zespołowymi, dla których Kandydat precyzyjnie określił swój udział procentowy i merytoryczny w publikowanych osiągnięciach. Jest to jednak zrozumiałe, ponieważ Kandydat cały czas prowadził swoje prace badawcze w zespołach, których był członkiem lub kierownikiem.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowy Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora jest znaczący, a istotną działalność naukową Kandydata oceniam jako bardzo dobrą. Oznacza to, że w pełni rekomenduję Go do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

4. Ocena osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych Kandydata

Dr inż. Demis Pandelidis rozpoczął pracę w 2016 roku jako asystent na Wydziale Inżynierii Środowiska, a od 16.10.2019 r. pracuje na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej. Obecnie jest zatrudniony na etacie adiunkta naukowego. Opracował programy kilku kursów laboratoryjnych, na których prowadził zajęcia dydaktyczne ze studentami. Prowadzone kursy dydaktyczne to zajęcia laboratoryjne w zakresie: *odzysk ciepła w wentylacji i klimatyzacji, wibroizolacja silnika, badanie okapów wentylacyjnych, badanie ssawek szczelinowych, badanie tłumików wentylacyjnych, badanie regulatorów VAV i badania statyczne i dynamiczne amortyzatorów*. W latach 2017-2019 był promotorem pomocniczym dwóch rozpraw doktorskich: mgr inż. Anny Pacak - temat pracy „*Modelowanie procesów wymiany ciepła i masy w sorpcyjnych systemach klimatyzacyjnych bazujących na M-obiegu*” i mgr inż. Aleksandry Cichoń - temat pracy „*Wymiana ciepła i masy w wymienniku do pośredniego chłodzenia wyparnego w warunkach występowania kondensacji*”.

Z informacji przedstawionych przez Habilitanta wynika, że Jego osiągnięcia dydaktyczne są bardzo małe. Nie prowadził On wykładów akademickich, nie wypromował dyplomantów i nie pisał recenzji prac dyplomowych. Nie współpracował w opracowaniu programów kierunków studiów czy specjalności. Wynika to bezpośrednio z Jego zatrudnienia na etacie adiunkta dydaktycznego. Jednak wskazane braki doświadczenia w zakresie dydaktyki w pełni są kompensowane poprzez Jego osiągnięcia naukowe, umiejętność pracy w zespole i współpracę międzynarodową.

W 2019 roku Kandydat był członkiem komitetu naukowego konferencji "International Conference on Advances in Energy Systems and Environmental Engineering (ASEE19)", która odbyła się we Wrocławiu. Od grudnia 2020 jest członkiem rady naukowo-redakcyjnej pisma Applied Sciences (IF=2,474) odpowiedzialnym za opracowanie tematyki numerów pisma dedykowanych zagadnieniom energii odnawialnej. Był też redaktorem numeru tematycznego tego pisma. Wielokrotnie uczestniczył w popularnonaukowych konferencjach i targach promując uprawianą tematykę badawczą (*Forum Wentylacja - Salon Klimatyzacja, Konferencje Wpływ Młodych Naukowców Na Osiągnięcia Polskiej Nauki, Targi Defense Innovation Challenge w USA, Targi Macau International Trade and Investment Fair*). Promował także tematykę swoich prac badawczych poprzez publikacje w czasopiśmie popularnonaukowych i branżowych (*Chłodnictwo & Klimatyzacja, Inżynier Budownictwa, Rynek Instalacyjny*).

Dr inż. Demis Pandelidis prowadzi szeroką współpracę międzynarodową, w ramach której brał udział w realizacji 7 projektów międzynarodowych, w tym sześciu we współpracy z podmiotami amerykańskimi (*Texas A&M University, Kingville, University of Illinois, EnergTek New York, ARPA-E USA*) i chińskimi (*Aurae CoolingTechnologies Limited, Hong*

Kong). Odbył też osiem staży naukowych i szkoleń w pięciu uniwersytetach amerykańskich oraz po jednym w Szwecji, we Włoszech i w Korei. Były to staże od trzech miesięcy do jednego roku. Obecnie przebywa na dwuletnim stażu na University of Illinois w Chicago w USA.

Za swoją działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną Kandydat otrzymał liczne nagrody i wyróżnienia. Należą do nich: Nagroda "Innowacja roku" od firmy LG Electronics (2013), Nagroda Rektora Politechniki Wrocławskiej dla najlepszych doktorantów (2013, 2014, 2015), Stypendium z funduszu własnego Politechniki Wrocławskiej (2013 - 2015), Stypendium z dotacji podmiotowej na dofinansowanie działań projakościowych (2013 - 2015), Stypendium naukowe dla najlepszych doktorantów Politechniki Wrocławskiej (2013, 2014), Wyróżnienie przez Radę Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej jako wybitnego młodego naukowca (2015), Wyróżnienie kapituły im. Maxa Borna dla najlepszego młodego naukowca, (2015), Stypendium „Start” Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej dla młodych naukowców (2015), Praca doktorska obroniona z wyróżnieniem (2016), Nagroda i wyróżnienie dla najlepszego referatu na konferencji 1st Belt and Road Initiative International Conference on Sustainable Refrigeration and Air Conditioning, Chiny, status “keynote speaker” (2016), Stypendium dla wybitnego młodego naukowca z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2017), Wyróżnienie w konkursie Iuvenes Wratislaviae organizowanym przez Polską Akademię Nauk (2018), Nagroda dla najlepszych pracowników Politechniki Wrocławskiej, (2018, 2019, 2020), Nagroda Primus Politechniki Wrocławskiej (2021) i Nagroda Secundus Politechniki Wrocławskiej (2021).

Biorąc powyższe pod uwagę wyrażam przeświadczenie, że dorobek dydaktyczny i organizacyjny jest wystarczający i potwierdza kwalifikacje Kandydata do uzyskania stopnia doktora habilitowanego stanowiąc podstawę do dalszego awansu.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy przedstawionego osiągnięcia naukowego w postaci jednotematycznego cyklu ośmiu publikacji oraz działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej stwierdzam, że dr inż. Demis Pandelidis posiada znaczące i oryginalne osiągnięcia, które poszerzają dotychczasowy stan wiedzy w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Upoważnia mnie to do stwierdzenia, że pod względem formalnym Jego kandydatura w pełni odpowiada warunkom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Dorobek Kandydata jest zgodny z kryteriami oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w obszarze nauk technicznych.

