

**Recenzja**  
**osiągnięć naukowych i aktywności naukowej**  
**dr inż. Magdaleny Nemś**

Recenzję opracowano na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka (sygn. RDND08/60/2021) z dnia 19 lipca 2021. Podstawą opracowania recenzji była przygotowana (zgodnie z wytycznymi ujednoliconego tekstu ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - Dz. U. z 2020 r. poz. 85, 374, 695, 875, 1086, z 2021 r. poz. 159) dokumentacja złożona przez Habilitantkę.

## 1. OCENA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

### *1.1. Osiągnięcie naukowe - cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych*

Jako główne osiągnięcie naukowe, Habilitantka przedłożyła do oceny monotematyczny zbiór publikacji nt. „Granit jako materiał wypełnienia akumulatorów ciepła”. Zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2b ustawy spełniła jedną z formalnych przesłanek ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. W skład osiągnięcia naukowego zaliczanego do monotematycznego cyklu publikacji wchodzi 5 artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) oraz wykazie czasopism punktowanych MNiSW. W kolejności są to:

- [1] M. Nemś, Experimental determination of the influence of shape on the heat transfer process in a crushed granite storage bed. *Energies*. **2020**, vol. 13, nr 24, art. 6725, s. 1-16; doi.org/10.3390/en13246725. Lista Filadelfijska, punktacja MNiSW (po reformie): 140, IF: 2,702)
- [2] M. Nemś, A. Nemś, K. Gębarowska, The Influence of the Shape of Granite on the Heat Storage Process in a Rock Bed, *Energies* **2020**, 13, 5662; doi:10.3390/en13215662. Lista Filadelfijska, punktacja MNiSW (po reformie): 140, IF: 2,702
- [3] M. Nemś, A. Nemś, P. Pacyga, A granite bed storage for a small solar dryer. *Materials*. **2018**, vol. 11, nr 10, art. 01969, s. 1-16; doi:10.3390/ma11101969. (Lista Filadelfijska, punktacja MNiSW (przed reformą): 35, IF: 2,972.
- [4] M. Nemś, J. Kasperski, A. Nemś, A. Bać, Validation of a new concept of a solar air heating system with a long-term granite storage bed for a single-family house. *Applied Energy*. **2018**, vol. 215, s. 384-395; doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.02.020. Lista Filadelfijska, punktacja MNiSW (przed reformą): 45, IF: 8,426)
- [5] A. Bać, M. Nemś, A. Nemś, J. Kasperski, Sustainable Integration of a Solar Heating System into a Single-Family House in the Climate of Central Europe—A Case Study, *Sustainability* **2019**, 11, 4167; doi.org/10.3390/su11154167. Lista Filadelfijska, punktacja MNiSW (po reformie): 70, IF: 2,576.

Według deklaracji jedynie publikacja [1] jest w pełni autorską publikacją Habilitantki, zaś w kolejnych jej udział wynosił odpowiednio 85%, 90%, 40% i 30%.

## 1.2. Tematyka osiągnięcia naukowo-badawczego

W związku ze zmianami klimatycznymi wprowadzane są coraz bardziej restrykcyjne przepisy budowlane dotyczące systemów ogrzewania budynków. W efekcie wdrażane są metody pozwalające na zmniejszenie zużycia ciepła. W tym celu wykorzystywane są powszechnie odnawialne źródła energii, a zwłaszcza energia promieniowania słonecznego. W ostatnich latach obserwuje się wzrost liczby małych instalacji solarnych w budynkach jednorodzinnych do przygotowania CWU. Oprócz kolektorów słonecznych, ważnym elementem tych systemów jest zasobnik ciepłej wody użytkowej stanowiący akumulator energii cieplnej. Prowadzone są liczne badania sposobów magazynowania ciepła w obiegach wody użytkowej, ale również magazynowania ciepła niezbędnego do ogrzewania budynku. Oczekuje się, że magazyny ciepła będą, przede wszystkim, skuteczne, a ich cena nie będzie wygórowana. Przedłożony do oceny cykl publikacji doskonale wpisuje się w ten trend badawczy.

Tematyka recenzowanego zbioru publikacji dotyczy oceny możliwości wykorzystania granitu, jako materiału stanowiącego wypełnienie magazynu ciepła. Materiał ten charakteryzuje się możliwością rozgrzania do temperatury ponad 1000°C, możliwością pracy w szerokim zakresie temperatury (magazyny nisko-, średnio- i wysokotemperaturowe), jest twardszy niż stal, bezpieczny dla produktów spożywczych, wytrzymały nawet przy wielu cyklach pracy w wysokiej temperaturze i przede wszystkim jest materiałem naturalnym i łatwo dostępnym.

W celu weryfikacji koncepcji wykorzystania granitu jako magazynu ciepła Habilitantka przeprowadziła liczne badania eksperymentalne, przeanalizowała wyników badań, zaproponowała własne koncepcje praktycznego wykorzystania, które opisano w 5 publikacjach stanowiących przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe.

W artykule z 2018 roku ([3]) przedstawiono koncepcję wysokotemperaturowej suszarni słonecznej z wewnętrznym magazynem ciepła w postaci mineralnego złoża. Jako materiał do wypełnienia złoża wybrano granit, kładąc nacisk na jego wszechstronne zastosowanie oraz korzystne właściwości termiczne i mechaniczne. Badania eksperymentalne przeprowadzono dla procesu ładowania złoża z wypełnieniem o regularnym kształcie. Magazyn ciepła, kolejno, był wypełniany kulami granitowymi o średnicy 50, 70 i 90 mm. Przeanalizowano wpływ średnicy kuli na proces ładowania i rozładowywania magazynu ciepła. Wyniki badań wskazały na duży wpływ wielkości granitu używanego jako materiał magazynujący ciepło na wydajność procesu. Stwierdzono, że zastosowanie złoża granitowego może przedłużyć pracę rozważanej konstrukcji suszarni i magazynu ciepła o dodatkowe kilka godzin. Uwidoczniły się również różnice w efektywności pracy urządzenia w zależności od czasu jego działania. W drugiej i trzeciej godzinie ładowania sprawność procesu była wyraźniej zależna od temperatury powietrza na wlocie do magazynu ciepła i natężenia przepływu czynnika roboczego niż w pierwszej godzinie ładowania. Przeprowadzone badania nad procesem rozładowywania złoża wykazały, że możliwe jest uzyskanie podobnych strumieni ciepła jak podczas procesu ładowania w analogicznych warunkach procesowych. Autorzy, w tym Habilitantka, wykazali, iż granit ze względu na swoje parametry cieplno-mechaniczne może być stosowany jako wypełnienie złoża i z powodzeniem stosowany w powietrznych suszarkach słonecznych.

W kolejnym artykule z 2018 roku ([4]) Habilitantka opisała własną koncepcję słonecznego systemu ogrzewania domu jednorodzinnego wyposażonego w magazyn ciepła na bazie złoża skalnego. Układ składał się z koncentrującego promieniowanie słoneczne powietrznego kolektora i magazynu – rozdrobnionego granitu. Przedstawiono badania eksperymentalne przeprowadzone z wykorzystaniem różniących się wielkością magazynu czy rodzajem i kształtem materiału złoża wypełniającego magazyn ciepła układach doświadczalnych. Szczegółowo przedstawiono kilkumiesięczne testy współpracy skupiającego powietrznego kolektora słonecznego ze złożem skalnym, które miały na celu weryfikację poprawności zaproponowanego modelu matematycznego do obliczania instalacji z magazynem ciepła. Efektem końcowym przeprowadzonych prac był dobór wielkości elementów systemu grzewczego oraz symulacja jego całorocznej pracy w zaproponowanym domu jednorodzinnym. Wykazano, że przy odpowiednio dobranych parametrach geometrycznych oraz cieplno-przepływowych możliwe jest zbudowanie instalacji grzewczej opartej na akumulacji energii cieplnej z kolektora słonecznego w złożu granitu. Prawidłowo zaprojekto-

wana instalacja jest w stanie zapewnić mieszkańcom domu jednorodzinnego komfort ciepły przez cały rok.

Artykuł [5] z roku 2019 jest kontynuacją poruszonej tematyki. Wyniki wcześniejszych badań wskazują, że na potrzeby domu jednorodzinnego wymagane jest stworzenie instalacji powietrznego kolektora słonecznego oraz magazynu ciepła, których gabaryty mogą być porównywalne z gabarytami budynku. Zauważono, że w celu projektowania domów pasywnych zaopatrzonych w całoroczny system ogrzewania domu wykorzystujący wyłącznie energię promieniowania słonecznego, konieczna jest współpraca projektanta instalacji HVAC z architektem budynku. Celem artykułu było stworzenie procedury obliczeniowo-doborowej niezbędnej do prawidłowego dobrania oraz zintegrowania słonecznego systemu grzewczego wyposażonego w akumulator ciepła na bazie złoża granitu z budynkiem. W pierwszym etapie procedury dokonuje się obliczeń i doboru wydajności kolektora słoneczny i akumulator ciepła pod kątem zapotrzebowania budynku na energię ciepłą. Następnie zaproponowano kryteria oceny wpływu lokalizacji instalacji solarnej na architekturę, funkcjonalność i bilans energetyczny budynku. Przeanalizowano 23 przykładowe rozwiązania dotyczące integracji budynku i kolektora słonecznego oraz 22 warianty lokalizacji magazynu ciepła dla zarówno istniejącego, jak i nowego budynku. Dla trzech wybranych rozwiązań konstrukcyjnych dobrano podstawowe elementy systemu, biorąc pod uwagę możliwość odzysku strat ciepła wynikających z lokalizacji instalacji. Stwierdzono, że brak uniwersalnego wariantu integracji systemu grzewczego z nowym lub istniejącym budynkiem. Najwyższy stopień integracji można uzyskać dla obiektów znajdujących się w fazie projektowania, a przez to możliwe jest pełne wykorzystanie i ograniczenie strat ciepła z systemu przy jednoczesnym zachowaniu najmniejszych rozmiarów kolektora słonecznego i akumulatora ciepła.

Polska jest krajem charakteryzującym się średnim poziomem usłonecznienia, stąd energia promieniowania słonecznego możliwa do wykorzystania w czasie doby wymusza konieczność budowania magazynów charakteryzujących się krótkim czasem ładowania. Na podstawie danych z literatury, w których proces ładowania akumulatorów ze złożem skalnych realizowany był w warunkach laboratoryjnych i w czasie przekraczającym możliwość wykorzystania promieni słonecznych, stworzono modele matematyczne pracy magazynów ciepła. Dane eksperymentalne zmiany temperatury złoża, uzyskane przez Habilitantkę w pierwszym okresie ładowania magazynu ze złożem granitu, znacznie odbiegały od dostępnych danych obliczeniowych. Stanowiło to podstawę przygotowania artykułu opublikowanego w 2020 roku ([1]). Dane eksperymentalne uzyskane dla czasu ładowania magazynu ciepła (w czasie do 170 min) posłużyły Habilitantce do stworzenia jednowymiarowego modelu numerycznego, który umożliwia wyznaczenie temperatury materiału złoża akumulującego ciepło. Dotychczas, w matematycznym opisie procesu wymiany ciepła pomiędzy czynnikiem roboczym przepływającym przez złożo, a materiałem złoża przyjmowano, że jest ono zbiorem kulek. Zdaniem Habilitantki założenie, że proces wymiany ciepła dla mniej wzorcowego kształtu (np.: tłucznia o przypadkowym kształcie) można opisać tymi samymi równaniami jest założeniem błędnym. Rozbieżności okazały się szczególnie widoczne w przypadku krótkich czasów ładowania. Habilitantka wykazała, że w pierwszych godzinach ładowania zasobnika wypełnionego materiałem o innym niż kula kształcie, pomimo tego samego charakterystycznego wymiaru, występują znaczne różnice w temperaturze powietrza opuszczającego magazyn ciepła. Stwierdzono, że proces wymiany ciepła przez materiał akumulacyjny jest obecnie niedostatecznie opisany matematycznie. W artykule wykazano, na podstawie badań eksperymentalnych Habilitantki, wpływ rzeczywistej formy materiału na liczbę Nusselta. Wykazano konieczność uwzględnienia w równaniu na  $Nu$ , zależnego od kształtu cząstek wypełnienia magazynu ciepła: a) stopnia wypełnienia złoża (udział objętościowy wypełnienia do całkowitej objętości magazynu); b) współczynnika powierzchni (powierzchnia kuli do średniej powierzchni ziarna kruszywa o tej samej średnicy zastępczej).

W kolejnym artykule z 2020 roku ([2]) dokonano oceny kształtu materiału złoża akumulacyjnego w magazynie ciepła pod kątem efektywności współpracy ze źródłem ciepła dostępnym przez krótki okres czasu (np.: instalacja słoneczna). Przetestowano trzy różne kształty elementów stanowiących wypełnienie złoża: tłuczeń, sześcian i kula o jednakowej średnicy zastępczej wynoszącej 50 mm. Podstawą takiego wyboru kształtów był fakt, że każdy z nich charakteryzuje się inną wytrzymałością ale również kosztami jego wytworzenia. W artykule opisano wyniki badań

eksperymentalnych wpływu kształtu materiału na sprawność cieplną oraz egzergetyczną procesu ładowania. Uzyskane wyniki doprowadziły do wniosku, że granitowe elementy wypełniające w kształcie tłucznia charakteryzują się najlepszymi parametrami cieplnymi podczas procesu ładowania oraz że magazyn ciepła uzyskał wówczas najwyższą sprawność cieplną i egzergetyczną. Prawidłowość ta występowała w całym badanym zakresie temperatury powietrza wlotowego do magazynu ciepła oraz każdego badanego natężenia przepływu. Stwierdzono, że wydajność magazynu, gdy złożo było wypełnione granitem w kształcie sześcianu była niższa niż dla złoża granitu z elementami w kształcie kuli. Chwilowa sprawność egzergetyczna procesu ładowania akumulatora ciepła stopniowo rosła w czasie i była największa po 1 h ładowania niezależnie do geometrii elementów stanowiących wypełnienie złoża. W podsumowaniu omówiono wpływ uzyskanych wyników na proces modelowania załadunku złoża wypełnionego elementami o geometrii niesferycznej. Habilitantka konkluduje, że zastosowanie wzorów do obliczania energii cieplnej przekazywanej między powietrzem, a złożem, z wykorzystaniem proponowanych w literaturze zależności do obliczania bezwymiarowego współczynnika przejmowania ciepła, muszą uwzględniać kształt elementów stanowiących wypełnienie złoża magazynu ciepła.

*Jako autorskie osiągnięcia Habilitantki, opisane w w/w publikacjach, należy uznać:*

- *innowacyjną propozycję wykorzystania granitu, jako materiału stanowiącego wypełnienie magazynu ciepła;*
- *stworzenie bazy nowych wyników badań eksperymentalnych, które umożliwiły wyznaczenie wpływu: kształtu elementów wypełnienia złoża (kula, sześcian, tłuczeń), wymiaru elementów złoża (50, 70, 90 mm), temperatury powietrza na wlocie do magazynu ciepła (80-140°C), natężenia przepływu powietrza (0,006-0,01 m<sup>3</sup>/s) na chwilową wartość: temperatury powietrza na wyjściu z magazynu ciepła, ilość magazynowanego ciepła, chwilową sprawność energetyczną oraz chwilową sprawność egzergetyczną magazynu ciepła w postaci złoża granitu;*
- *udane próby integracji magazynu ciepła w postaci złoża granitu ze skupiającym, powietrznym kolektorem słonecznym charakteryzującym się specyficznym, krótkotrwałym, w porównaniu do prezentowanych w literaturze rozwiązań, dostępem do źródła ciepła;*
- *nowatorskie badania eksperymentalne oraz analiza wyników badań parametrów cieplno-przepływowych podczas współpracy powietrznego kolektora słonecznego zintegrowanego z magazynem ciepła w postaci złoża granitu z suszarnią konwekcyjną;*
- *dokonanie analiz efektywności energetycznej pasywnego budynku jednorodzinnego wyposażonego w instalację słoneczną (powietrzny kolektor skupiający) zintegrowaną z innowacyjnym magazynem energii cieplnej w postaci złoża granitu w zależności od miejsca umieszczenia (kilkadziesiąt wariantów) elementów instalacji względem budynku.*

Przedstawiony do recenzji cykl publikacji nt.: „Granit jako materiał wypełnienia akumulatorów ciepła” jest spójny tematycznie, aktualny naukowo i przedstawia oryginalne wyniki prac naukowo-badawczych Habilitantki. Są to wyniki nowe, istotne poznawczo i stanowią oryginalny wkład dr inż. Magdaleny Nemś w rozwój nauk technicznych. Należy jednak zauważyć, że w świetle stwierdzonych przez Habilitantkę ograniczeń wynikających z wykorzystania większości dostępnych zależności do obliczania współczynnika wnikania ciepła w przypadku złoża na bazie tłucznia granitu, nie pokusiła się ona o zaproponowanie własnych zależności w tym zakresie, a jedynie wskazała, Jej zdaniem, najbardziej odpowiednią.

Tematyka przedstawionego do oceny cyklu publikacji, jak i stosowane przez Habilitantkę metody poznawcze, pozwalają umieścić pracę w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA. Publikacje, zebrane w jedną całość, wskazują na oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wnosząc znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej.

### 1.3. Inne osiągnięcia naukowe

Habilitantka prowadzi szeroko zakrojone działania naukowo-badawcze dotyczące: kolektorów słonecznych, akumulacja energii cieplnej z instalacji OZE w materiałach stało- i zmiennofazowych oraz odzysku ciepła odpadowego. Do najważniejszych, spośród wymienionych, zaliczyłbym badania kolektorów słonecznych we współpracy międzynarodowej, np.: z National Institute of Technology z Jalandhar w Indiach. Efektem prac jest publikacja: *Satyender Singh, Shailendra Kumar Chaurasiya, Bharat Singh Negi, Subhash Chander, Magdalena Nemś, Sushant Negi, Utilizing circular jet impingement to enhance thermal performance of solar air heater. Renewable Energy. 2020, vol. 154, s. 1327-1345.* W tym zakresie tematycznym Habilitantka, jako autorka lub współautorka, posiada przyznanych łącznie 8 patentów:

- Artur Nemś, Magdalena Nemś, Alicja Kucharczyk, Krzysztof Naplocha, Anna Dmitruk, Jacek Kaczmar, Patent. Polska. Kolektor słoneczny płaski. Zgłosz. nr 426496 z 30.07.2018. Przyznano w dniu 21.10.2020;
- Magdalena Nemś, Patent. Polska, nr 221435. Absorber promieniowania słonecznego. Zgłosz. nr 400813 z 18.09.2012. Opubl. 29.04.2016;
- Magdalena Nemś, Piotr Kolasiński, Patent. Polska, nr 222960. Wymiennik ciepła. Zgłosz. nr 400812 z 18.09.2012. Opubl. 30.09.2016;
- Magdalena Nemś, Piotr Kolasiński, Patent. Polska, nr 220136. Absorber promieniowania słonecznego do kolektora skupiającego punktowo. Zgłosz. nr 400811 z 18.09.2012. Opubl. 31.08.2015;
- Jacek Kasperski, Magdalena Nemś, Paweł Regucki, Patent. Polska, nr 219077. Kolektor słoneczny. Zgłosz. nr 391335 z 26.05.2010. Opubl. 31.03.2015;
- Magdalena Nemś, Jacek Kasperski, Patent. Polska, nr 218005. Słoneczny kolektor skupiający punktowo. Zgłosz. nr 393864 z 07.02.2011. Opubl. 30.09.2014;
- Magdalena Nemś, Jacek Kasperski, Patent. Polska, nr 217958. Słoneczny kolektor skupiający liniowo. Zgłosz. nr 393865 z 07.02.2011. Opubl. 30.09.2014;
- Magdalena A. Nemś, Patent. Polska, nr 217959. Słoneczny kolektor skupiający. Zgłosz. nr 393866 z 07.02.2011. Opubl. 30.09.2014.

Dodatkowo Habilitantka współpracuje z Centrum Technologii Energetycznych w Świdnicy, w zakresie projektu i budowy stanowiska eksperymentalnego do badania procesu wysokotemperaturowej akumulacji ciepła z instalacji solarnej. Prowadzi badania procesu akumulacji energii cieplnej w sposób „jawny” (materiały jednofazowe) oraz w sposób „utajony” - w materiałach zmiennofazowych (PCM).

### 1.4. Aktywność naukowo-badawcza

Oprócz publikacji stanowiących monotematyczny cykl powiązanych artykułów Habilitantka dołączyła wykaz informacji na temat swojej aktywności naukowej. Wynika z nich, że po uzyskaniu stopnia doktora jest ona:

- współautorem rozdziału w monografii,
- współautorem 18 publikacji nieujętych w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych,
- jednego opracowania o charakterze projektowo-konstrukcyjnym,
- członkiem w 2 komitetach organizacyjnych konferencji krajowych,
- kierownikiem zadania badawczego jednego projektu finansowanego przez NCN oraz wykonawcą w 2 międzynarodowych grantach,
- jest oficjalnym członkiem recenzentów w zagranicznym czasopiśmie,
- dokonała 55 recenzji artykułów do uznanych czasopism o zasięgu międzynarodowym (np.: *Applied Energy, Renewable Energy*),
- była recenzentem artykułów zgłoszonych na 6 międzynarodowych konferencjach,
- siedmiokrotnie uczestniczyła w komitetach naukowych konkursów wiedzy.

### 1.5. Informacje naukometryczne

Habilitantka posiada:

- sumaryczny IF=42,791 z czego 40,167 po doktoracie,
- indeks Hirscha = 5 (wg Google Scholar, Scopus i Web of Science),
- liczbę punktów wg MNiSW równą 1086 z czego 1005 po doktoracie,
- 104, 71 lub 63 cytowania odpowiednio wg.: Google Scholar, Scopus i Web of Science, z czego około 30-35% to autocytywania.

## 2. OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ REALIZOWANEJ W WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI, INSTYTUCJI NAUKOWEJ LUB INSTYTUCJI KULTURY, W SZCZEGÓLNOŚCI ZAGRANICZNEJ

W oparciu o przedstawione przez Habilitantkę dokumenty stwierdza się, że:

- w latach 2016-2020 była wykonawcą w grantie: Thermal Energy Storage with Phase Change Materials for Solar Cooling and Heating Applications (PCMSOL), Program ERANet-LAC: Latin America, Caribbean and European Union. Nr EraNet-LAC/II/PCMSOL/07/2016,
- w latach 2016-2017 była wykonawcą w grantie: Competitive Pre-Drying Technologies and Firing Concepts for Flexible and Efficient Lignite Utilisation, RFCR-CT-2014-00009,
- w 2013 roku była wykonawcą w grantie: Effective development of dispersed renewable energy in combination with conventional energy in Regions, Central Europe Grant, obszar 3.3. Nr 3CE393P3,
- prowadziła badania słonecznych kolektorów skupiających w ramach 10 dniowego pobytu w ośrodku Plataforma Solar de Almeria (Hiszpania) w ramach otrzymanego grantu wyjazdowego w programie 'Solar Facilities for the European Research Area (SFERA) project', Grant Agreement n. 228296,
- od 2011 roku jest członkiem International Solar Energy Society (Freiburg, Niemcy),
- od 2017 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Energetyki Słonecznej (Warszawa, Polska),
- w 2020 roku odbyła miesięczny staż badawczy (Program Erasmus) w The Solar Energy Research Center (CIESOL) na Universidad de Almeria (Hiszpania),
- w 2018 roku odbyła tygodniowy pobyt badawczy w Center for Advanced Research of Lithium and Industrial Minerals, Universidad de Antofagasta (Chile),
- w latach 2011/2012 była na 5-cio miesięcznym stażu naukowym dot. prowadzenia symulacji w programie TRNSYS w Zakładzie Energetyki na Politechnice w Ostrawie (Czechy),
- w latach 2008/2009 odbyła semestralne praktyki zagraniczne (Program Erasmus) na Universitat Politècnica de Catalunya, w zespole badawczym Zakładu Mechaniki Płynów, Barcelona (Hiszpania).

Efektom współpracy z innymi jednostkami naukowymi są, między innymi, liczne publikacje, które zostały wymienione w dorobku publikacyjnym nie zaliczanym do głównego osiągnięcia naukowego.

### 3. WNIOSEK KOŃCOWY

Z analizy przedłożonych przez Habilitantkę materiałów wynika, że poszczególne publikacje, zebrane w jedną całość, wskazują na oryginalne rozwiązanie problemu magazynowania ciepła w akumulatorach ciepła wypełnionych złożem z granitu, wnosząc znaczący wkład w rozwój dyscypliny INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA. Powiązany tematycznie cykl publikacji jest aktualny i uwzględnia stan wiedzy na dzień rozpoczęcia postępowania. Dodatkowo Habilitantka wykazała się istotną aktywnością naukową uczestnicząc w pracach zespołów badawczych kilku zagranicznych uczelni. Prace w zagranicznych jednostkach naukowych były powiązane tematycznie z obszarem zainteresowań naukowych Habilitantki i przyczyniły się do prawidłowej realizacji tematyki badawczej będącej Jej osiągnięciem naukowym.

Stwierdza się, że wskazane w dokumentacji wniosku informacje o osiągnięciach naukowych i aktywności naukowej, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85, 374, 695, 875, 1086, z 2021 r. poz. 159) są istotne w ramach dyscypliny INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICTWO I ENERGETYKA. Wnioskuje o dopuszczenie dr inż. Magdaleny Nemś do dalszego postępowania habilitacyjnego.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Kowalski'.