

Spełnia wymogi formalne 16.01.2024

Dr hab. inż. Krzysztof Zieliński, Prof. PP
Wydział Inżynierii Lądowej, Geodezji i Transportu
Instytut Budownictwa
Politechnika Poznańska

Poznań 4.01.2024r

WPLYNĘŁO - WBLIW

16-01-2024

12/10/2024

RECENZJA

osiągnięć naukowych Pani dr inż. arch. Anny Hoła
ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych
w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport

1. PODSTAWY OPRACOWANIA RECENZJI

Ocenę opracowałem na podstawie pisma z dnia 14 października 2023 nr DRKN.Z2.400.183.2023 które otrzymałem od Pana Prof. dr hab. inż. Wojciecha Puły z Rady Doskonałości Naukowej i uchwały nr 386/63/RDND06/2021-2024 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynierii Lądowej i Transport Politechniki Wrocławskiej z dnia 8 listopada 2023r. Zostałem wyznaczony na Recenzenta Komisji Habilitacyjnej powołanej w celu przeprowadzenia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport Pani dr inż. arch. Annie Hoła pracownikowi Katedry Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych Politechniki Wrocławskiej. Podstawę merytoryczną opracowania recenzji stanowi dostarczona mi dokumentacja dorobku złożona przez Panią dr inż. arch. Annę Hołę w Radzie Doskonałości Naukowej wraz z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego z dnia 28 sierpnia 2023 roku, zawierająca: wniosek o przeprowadzenie postępowania, dane osobowe i kontaktowe wnioskodawczyni (załącznik 1), kopię dyplomu potwierdzającego posiadanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych (załącznik 2), autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (załącznik 3), Cykl publikacji wchodzących w skład osiągnięcia 1 i 2 oraz kopie oświadczeń o merytorycznym wkładzie autorów w powstanie pracy i procentowym podziale praw autorskich do publikacji (załącznik 4), Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny (załącznik 5), Zaświadczenia dokumentujące istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni (załącznik 6).

2. PRZEDSTAWIENIE PODSTAWOWYCH DANYCH O KANDYDATCE

2.1. Data uzyskania stopnia doktora oraz nazwa jednostki organizacyjnej, w której stopień był nadany

Stopień doktora nauk technicznych (z wyróżnieniem) w dziedzinie budownictwo w specjalności konstrukcje betonowe Pani dr inż. arch. Annie Hoła uzyskała 20 listopada 2008 roku na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej, nadany uchwałą Rady Wydziału na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej pt.: „Wystawy i ekspozycje ogrodnicze we Wro-

clawiu 1845 - 1929". Promotorem rozprawy była Pani dr hab. inż. arch. Marzanna Jagiełło, a recenzentami były dr hab. inż. arch. Agata Zachariasz i dr hab. inż. arch. Krystyna Kirschke.

2.2. Informacja, czy Kandydatka ubiegała się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Z dostarczonych mi dokumentów wynika, że Kandydatka nie ubiegała się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

2.3. Przebieg pracy naukowo - zawodowej

Pani dr inż. arch. Anna Hoła jest zatrudniona w Politechnice Wrocławskiej na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego w Katedrze Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych.

Dyplom magistra inżyniera architekta, kierunku architektura i urbanistyka, specjalność architektura, Politechnika Wroclawska, Wydział Architektury Pani dr Hoła uzyskała w 2006 r za pracę pt.: "Głębocko – park sportu i rekreacji – strefa ciszy".

Stopień naukowy doktora nauk technicznych (z wyróżnieniem), w dyscyplinie architektura i urbanistyka, specjalność architektura i urbanistyka, Politechnika Wroclawska, Wydział Architektury Pani dr Hoła uzyskała w 2013 r za rozprawę pt.: „Wystawy i ekspozycje ogrodnicze we Wrocławiu, 1845–1929”

Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- Od 1.10.2013 do 31.03.2018 na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego,
- od 1.04.2018 do 31.12.2019 na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego.
(Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Zakład Fizyki Budowli i Komputerowych Metod Projektowania - zlikwidowany w grudniu 2019 r.),
- Od 1.01.2020 do 31.07.2021 na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego
(Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Katedra Budownictwa Ogólnego).
- Od 1.08.2021 – do chwili obecnej na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego.
(Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Katedra Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych).

3. INFORMACJA O OBOWIĄZUJĄCYCH PRZEPISACH PRAWA NA DZIEŃ WSZCZĘCIA OCENIANEGO POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO, W TYM OBOWIĄZUJĄCYCH KRYTERIACH OCENY

Kryteria oceny stosowane w niniejszym postępowaniu są określone Ustawą z dn. 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. 30 sierpnia 2018, Pqz. 1668). Przepisy dotyczące stopnia doktora habilitowanego zawarte są w Rozdz. 3, gdzie Art. 219 ust. 1 precyzuje warunki jakie musi spełniać osoba ubiegając się o nadanie stopnia, a mianowicie: „1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która: 1) posiada stopień doktora; 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w roz-

wój określonej dyscypliny, w tym co najmniej: a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie 4 naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne; 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. 2. Osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego”.

4. INFORMACJA O OCENIANYCH OSIĄGNIĘCIACH NAUKOWYCH

4.1 Tytuły osiągnięć naukowych stanowiących podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego są dwa osiągnięcia naukowe przedstawione przez Kandydatkę.

Osiągnięciem naukowym 1 jest cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt.: ""Metodyka nieniszczącej identyfikacji i przestrzenne obrazowanie poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego" które Kandydatka wskazała jako główne. Na cykl ten składa się 14 artykułów naukowych opublikowanych w latach 2017 – 2023 po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Spośród tych artykułów 4 są samodzielne, a 13 opublikowanych zostało w czasopiśmie posiadających Impact Factor (sumaryczny IF = 64,653).

Osiągnięciem naukowym 2 (typu technologicznego) jest cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych pod wspólnym tytułem "System pomiarowy w postaci prototypowego hybrydowego tomografu elektrycznego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach". Osiągnięciem technologicznym jest system składający się z oryginalnego urządzenia pomiarowego w postaci przenośnego prototypowego hybrydowego tomografu elektrycznego i oprogramowania opartego o metody algorytmiczne służącego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach. Na cykl ten składa się 5 prac opublikowanych w latach 2021 – 2023.

4.2. Dane naukometyczne, jak sumaryczny współczynnik Impact Factor, sumaryczna punktacja ministerialna, liczba cytowań oraz Indeks Hirscha, którymi legitymuje się Kandydatka na dzień wszczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego z podaniem również danych współczynników po uzyskaniu ostatniego awansu naukowego.

Na dzień wszczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego Kandydatka legitymuje się następującymi danymi naukowymi:

- sumaryczny współczynnik Impact Factor - IF 64,653,
- sumaryczna punktacja ministerialna - 1825,
- sumaryczna punktacja przypadająca na wnioskodawczynię - 828,33,
- liczba cytowań: wg Web of Science - 181/142 (bez autocytowań)
wg Scopus - 206/160 (bez autocytowań),
wg Google Scholar - 191/153 (bez autocytowań),
indeks Hirscha: wg Scopus - 11, (stan na 11.12.23)
wg Google Scholar - 11. (stan na 11.12.23)
wg Web of Science - 10. (stan na 11.12.23)

W tym miejscu recenzji należy podać, że od ostatniego awansu naukowego Kandydatka poczyniła znaczący postęp publikując 14 artykułów w międzynarodowych czasopismach których sumaryczny Impact Factor wynosi 64,653. Średnia wartość Impact Factor przypadająca na artykuł (z IF) wynosi 4,973, co jest dobrym poziomem w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Oceniając sumaryczną punktację ministerialną należy mieć na uwadze zmieniającą się skalę punktacji czasopism. Wg „starej” punktacji MNiSW punktacja zawierała się w przedziale od 5 do 50 pkt, a wg „nowej” punktacji MEiN zawiera się w przedziale od 5 do 200 pkt. I tak, od ostatniego awansu naukowego Kandydatka poczyniła bardzo duży postęp jeżeli chodzi o sumaryczną punktację ministerialną, która wynosi 1825. Zwraca uwagę znaczny wzrost aktywności w 2023r. Kandydatka opublikowała w tym czasie 5 artykułów o łącznej punktacji 780.

Liczba cytowań w latach 2017-2023 podana przez Kandydatkę wynosząca wg bazy Web of Science 181/142 (bez autocytowań), wg bazy Scopus 206/160 (bez autocytowań) i wg bazy Google Scholar 191/153 (bez autocytowań) świadczy o jej rosnącej rozpoznawalności i pozycji w świecie naukowym, która jest nadal w fazie budowy i rozwoju. Moim zdaniem w kolejnych latach należy liczyć się ze wzrostem liczby cytowań bo w ciągu ostatnich czterech lat opublikowanych zostało jedenaście artykułów w czasopismach z IF, a jak dowodzi praktyka częstość cytowań zaczyna rosnąć w kilka lat po opublikowaniu. Na tym etapie kariery naukowej liczbę cytowań Kandydatki można uznać za wystarczającą.

Również wartość indeksu Hirscha, wynosząca 10 wg bazy Web of Science, 11 wg Scopus i 11 wg Google Scholar, którym legitymuje się Kandydatka można uznać za wystarczającą na tym etapie rozwoju naukowego.

4.3 Wystąpienia na konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych związane tematycznie z cyklem artykułów stanowiących osiągnięcie naukowe 1 Kandydatki

- [1] International Conference on Innovative Materials, Structures and Technologies (IMST 2017), Ryga (Łotwa), tytuł wystąpienia: “Measuring of the moisture content in brick walls of historical buildings - the overview of methods”.
- [2] 12th European Conference on Non-destructive Testing, ECNDT 2018 (Göteborg, Szwecja), tytuł wystąpienia: “Non-destructive testing of the damp walls of the basements in a gothic monastery”.

- [3] 3rd Scientific Conference Environmental Challenges in Civil Engineering, ECCE 2018 (Opole, Polska), tytuł wystąpienia: "The moisture condition of the brick walls in the basements of a medieval monastery".
- [4] Creative Construction Conference, CCC 2019 (Budapeszt, Węgry), tytuł wystąpienia: "Non-destructive in situ identification of the moisture content in saline brick walls using artificial neural networks".
- [5] 66 Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, 2020 (Krynica Zdrój, Polska), tytuł wystąpienia: "Weryfikacja nieniszczącego neuronowego sposobu oceny wilgotności zasolonych murów ceglanych w budynkach zabytkowych".
- [6] 12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, SAHC 2021 (Barcelona, Hiszpania), tytuł wystąpienia: "The state and condition of historical buildings located on partisan hill in Wrocław".

4.4 Informacja o najważniejszych czasopismach, w ramach których Kandydatka publikowała swoje prace naukowe

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl 14 powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w latach 2017-2023. Trzydzieści z nich opublikowanych zostało w czasopismach z listy *Journal Citation Reports (JCR)*, w tym 3 w czasopiśmie *Automation in Construction*, które wg rankingu *Thomson Reuters Impact Factor List of Journals* na rok 2021 posiada najwyższy na świecie wskaźnik *Impact Factor* wśród czasopism z kategorii inżynieria lądowa, a jeden w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowej. Cztery z zawartych w cyklu publikacji, to artykuły samodzielne, natomiast pozostałe powstały w wyniku pracy zespołowej – w czterech z nich, dwuosobowych, Kandydatka jest pierwszą autorką, w pozostałych drugą lub trzecią.

4.5 Ocena wskazanego przez Kandydatkę osiągnięcia naukowego, w tym, czy stanowi ono znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej

Zgodnie z informacją podaną w punkcie 4.1 niniejszej recenzji, Kandydatka wskazała dwa osiągnięcia naukowe.

4.6.1 Ocena osiągnięcia 1

Wskazane przez Kandydatkę osiągnięcie naukowe 1 stanowi cykl 14 powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt.: „Metodyka nieniszczącej identyfikacji i przestrzenne obrazowanie poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego”. W skład tego cyklu weszły wymienione niżej artykuły naukowe oznaczone cyframi arabskimi [1 – 14], opublikowane w latach 2017 – 2023 po uzyskaniu stopnia doktora.

- [1] **Hola A.**, Measuring of the moisture content in brick walls of historical buildings - the overview of methods. W: 3rd International Conference on Innovative Materials, Structures and Technologies (IMST 2017) : 27-29 September 2017, Riga, Latvia. [Bristol]: IOP Publishing, **2017**, art. 012067, s. 1-8. *Punktacja MEiN z: 2013-2018: 15*
- [2] Goetzke-Pala A., **Hola A.**, Sadowski Ł, A non-destructive method of the evaluation of the moisture in saline brick walls using artificial neural networks. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, **2018**, vol. 18, nr 4, s. 1729-1742. *Punktacja MEiN z: 2013-2018: 30 Impact Factor: 02.846 (2018)*
- [3] **Hola A.**, Sadowski Ł, A method of the neural identification of the moisture content in brick walls of historic buildings on the basis of non-destructive tests. *Automation in Construction*, **2019**, vol. 106, art. 102850, s. 1-15. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 140 Impact Factor: 05.669 (2019)*
- [4] **Hola A.**, Sadowski Ł, Verification of a nondestructive method for assessing the humidity of saline brick walls in historical buildings. *Applied Sciences*, **2020**, vol. 10, art. 6926, s. 1-12. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 100 Impact Factor: 02.679 (2020)*
- [5] **Hola A.**, Methodology for the in situ testing of the moisture content of brick walls: an example of application. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, **2020**, vol. 20, art. 114, s. 1-13. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 140 Impact Factor: 04.369 (2020)*
- [6] Rymarczyk T., Kłosowski G., **Hola A.**, Sikora J., Wołowiec T., Tchórzewski P., Skowron S., Comparison of machine learning methods in electrical tomography for detecting moisture in building walls. *Energies*, **2021**, vol. 14, nr 10, art. 2777, s. 1-22. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 140 Impact Factor: 03.252 (2021)*
- [7] Kłosowski G., **Hola A.**, Rymarczyk T., Skowron Ł., Wołowiec T., Kowalski M., The concept of using LSTM to detect moisture in brick walls by means of electrical impedance tomography. *Energies*, **2021**, vol. 14, nr 22, art. 7617, s. 1-20. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 140 Impact Factor: 03.252 (2021)*
- [8] Rymarczyk T., Kłosowski G., **Hola A.**, Sikora J., Tchórzewski P., Skowron Ł. Optimising the use of machine learning algorithms in electrical tomography of building walls: pixel oriented ensemble approach. *Measurement*, **2022**, vol. 188, art. 110581, s. 1-14. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 200 Impact Factor: 05.600 (2022)*
- [9] **Hola A.**, Czarnecki S., Brick wall moisture evaluation in historic buildings using neural networks. *Automation in Construction*, **2022**, vol. 141, art. 104429, s. 1-15. *Punktacja MEiN z: 2023: 200 Impact Factor: 10.517 (2022)*
- [10] Kłosowski G, **Hola A.**, Rymarczyk T., Mazurek M., Niderla K., Rzemieniak M., Using machine learning in electrical tomography for building energy efficiency through moisture detection. *Energies*, **2023**, vol. 16, nr 4, art. 1818, s. 1-33. *Punktacja MEiN z: 2023: 140 Impact Factor: 03.252 (2022)*
- [11] **Hola A.**, Czarnecki S., Random forest algorithm and support vector machine for nondestructive assessment of mass moisture content of brick walls in historic buildings. *Automation in Construction*, **2023**, vol. 149, art. 104793, s. 1-15. *Punktacja MEiN z: 2023: 200 Impact Factor: 10.517 (2022)*

- [12] Kłosowski G., **Hola A.**, Rymarczyk T., Mazurek M., Niderla K., Rzemieniak M., Use of the double-stage LSTM network in electrical tomography for 3D wall moisture imaging. *Measurement*, **2023**, vol. 213, art. 112741, s. 1-13. *Punktacja MEiN z: 2023: 200 Impact Factor: 05.600 (2022)*
- [13] **Hola A.**, Verification of non-destructive assessment of moisture content of historical brick walls using random forest algorithm. *Applied Sciences*, **2023**, vol. 13, nr 10, s. 1-14. *Punktacja MEiN z: 2023: 100 Impact Factor: 02.700 (2022)*
- [14] **Hola A.**, Methodology of the quantitative assessment of the moisture content of saline brick walls in historic buildings using machine learning. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, **2023**, vol. 23, nr 3, art. 141, s. 1-15. *Punktacja MEiN z: 2023: 140 Impact Factor: 04.400 (2022)*

Podstawowym celem prezentowanych przez Kandydatkę artykułów było opracowanie metodyki nieniszczącej identyfikacji poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego oraz walidacja algorytmicznych metod tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności na grubości murów z wykorzystaniem tomografii elektrycznej. Deklarowanymi przez kandydatkę celami szczegółowymi badań było:

- krytyczny przegląd i analiza metod badania wilgotności murów ceglanych pod kątem możliwości ich stosowania w odniesieniu do murów zabytkowych, w warunkach in situ,
- opracowanie oryginalnej metodyki kompleksowych badań poziomu wilgotności murów ceglanych, zarówno dla budynków objętych, jak i nie objętych ochroną konserwatorską, wraz z jej zweryfikowaniem,
- wykazanie, że możliwa jest wiarygodna neuronowa ocena wilgotności zasolonego muru ceglanego na podstawie kilku zadanych parametrów uzyskanych na podstawie przeprowadzonych początkowo w warunkach laboratoryjnych badań metodami nieniszczącymi lub powodującymi minimalną ingerencję w strukturę muru,
- zbudowanie na drodze badawczej reprezentatywnych zbiorów danych, z wykorzystaniem metod nieniszczących i minimalnie ingerujących w strukturę muru, na potrzeby identyfikacji poziomu wilgotności in situ zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem uczenia maszynowego oraz na potrzeby walidacji metod algorytmicznych tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności w tych murach z wykorzystaniem tomografii elektrycznej,
- analiza przydatności do wiarygodnej identyfikacji poziomu wilgotności i przestrzennego jej obrazowania w zabytkowych murach ceglanych algorytmów i algorytmicznych metod uczenia maszynowego, niestosowanych dotychczas w tym celu,
- opracowanie modeli wiarygodnej identyfikacji in situ poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem własnego reprezentatywnego zbioru danych uzyskanych na drodze badawczej metodami nieniszczącymi i minimalnie ingerującymi w zabytkową tkankę i algorytmów uczenia maszynowego oraz ich weryfikacja,
- opracowanie oryginalnej metodyki wiarygodnej ilościowej identyfikacji poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem metod nieniszczących i minimalnie ingerujących w zabytkową tkankę oraz algorytmów uczenia maszynowego, wraz z przykładem jej zastosowania,

- przeprowadzenie walidacji wybranych metod algorytmicznych tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności w zabytkowych murach ceglanych z wykorzystaniem tomografii elektrycznej i wskazanie metod najwierniej odzwierciedlających obraz rozkładu wilgoci uzyskany na podstawie pomiarów walidacyjnych.

Według statystyk Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego Rzeczypospolitej Polskiej liczba wyburzeń z tytułu "nieprawidłowego utrzymania" czyli np. zaniedbań remontowych, przybywa z każdym rokiem. Zdaniem GUNB to dowód na pogarszający się stan najstarszych obiektów budowlanych. Przykładowo ponad 800 tys. domów i kamienic czynszowych pamięta czasy przedwojenne, a połowa z nich - nawet Polskę rozbiorową. Grubo ponad milion rodzin mieszka w budynkach całkowicie wyeksploatowanych. Uszkodzenia konstrukcji murowych spowodowane głównie nadmiernym zawilgoceniem, szczególnie zabytkowych są zjawiskiem niestety dość powszechnym dlatego też oceniając podjętą przez Kandydatkę tematykę oraz postawione cele (zarówno główny jak i cele szczegółowe) należy powiedzieć, że tematyka ta jest aktualna, ważna, obecna w literaturze naukowej przedmiotu, prezentowana na konferencjach naukowych. Jej podjęcie, jak również postawione przez Kandydatkę cele badawcze, jest zasadne i zasługuje na pozytywną ocenę zarówno z poznawczego jak i aplikacyjnego punktu.

Prezentowany przez Autorkę cykl powiązanych tematycznie artykułów rozpoczyna artykuł [1] opublikowany w recenzowanych materiałach konferencyjnych *IOP Conference Series - Materials Science and Engineering*, w którym Kandydatka dokonała krytycznego przeglądu i analizy metod badania poziomu wilgotności murów ceglanych pod kątem możliwości ich stosowania w budynkach zabytkowych. Została w nim zamieszczona opracowana przez Kandydatkę klasyfikacja niszczących i nieniszczących, pośrednich i bezpośrednich metod badania wilgotności. Wiedzę w tym zakresie uzupełniają rozdział 2 artykułu [2] „Review and justification of the choice of non-destructive methods of testing moisture content” oraz rozdział 2 artykułu [3] „A critical review of non-destructive methods of testing the moisture content of brick walls in historic buildings”.

W artykule [4] przedstawiono wyniki weryfikacji neuronowej metody oceny wilgotność ścian W celu eksperymentalnej weryfikacji sztucznej sieci neuronowej (ANN) uzyskano wyniki testów wilgotności w dwóch wybranych budynkach historycznych.

W artykule [5] zaprezentowano oryginalną metodykę kompleksowych badań poziomu wilgotności murów ceglanych. Zaprezentowana w artykule [5] oryginalna metodyka zawiera dwie ścieżki postępowania w zależności od tego, czy budynek ze ścianami murowanymi z cegły jest objęty ochroną konserwatorską, czy też nie. Jest to niewątpliwie istotny wkład w rozwój uprawianej przez Kandydatkę dyscypliny. Opracowana przez Kandydatkę oryginalna metodyka badań poziomu wilgotności murów ceglanych ma znaczenie zarówno poznawcze jak i użyteczne, a jej znajomość i stosowanie umożliwia prowadzenie badań w sposób konsekwentny i kompleksowy. Jej poprawność została przez Kandydatkę zweryfikowana podczas badań wilgotności murów ceglanych w budynku z XIV wieku (zostało opisane w artykule [5]).

W artykule [6] przedstawiono wyniki badań metodą tomografii elektrycznej nad wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego oraz do wykrywania wilgoci wewnątrz ścian budynków i konstrukcji. Wykorzystując tomograf wybrano trzy modele oparte na uczeniu maszynowym. Badania pokazało, że wybór modelu uczenia maszynowego ma ogromny wpływ na jakość wyników.

W artykule [7] wykorzystanie algorytmu analitycznego oparte na sieciach neuronowych (LSTM). Wkład Kandydatki polegał tu głównie na opracowaniu metodyki pomiarów wilgotności, wykonanie pomiarów i analizę uzyskanych wyników oraz na przygotowanie zbioru danych walidacyjnych do analiz numerycznych,

Kandydatka w swoich artykułach dowiodła, że możliwa jest identyfikacja poziomu wilgotności zasolonego muru ceglanego za pomocą sztucznej sieci neuronowej o odpowiednio dobranej strukturze i algorytmie uczenia.

Wyniki prowadzonych przez Kandydatkę badań, opublikowanych w artykułach [2, 3, 4, 9, 11, 13], stały się podstawą do opracowania metodyki ilościowej oceny wilgotności zasolonych murów ceglanych w budynkach zabytkowych z wykorzystaniem uczenia maszynowego. Została ona szczegółowo opisana w pracy [14], opublikowanej w *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, jako podsumowanie moich dotychczasowych badań w tym zakresie. Przydatność praktyczną opisaną metodyki do oceny wilgotności murów ceglanych w budynku wykazały badania [art.14] Złotej Bramy w Gdańsku.

Analizując artykuły włączone do cyklu, omówione w autoreferacie, można zauważyć stopniowe poszerzanie się przestrzeni zainteresowań Kandydatki w zakresie podjętego tematu badawczego.

Moim zdaniem, głównymi osiągnięciami naukowymi Kandydatki w cyklu 1 powiązanych tematycznie artykułów naukowych są:

- jednoznaczne wskazanie, wraz z uzasadnieniem, metod predysponowanych do badania poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych pozwalających na pomiar punktowy o charakterze ilościowym,
- opracowanie oryginalnej, skutecznej metodyki kompleksowych badań poziomu wilgotności murów ceglanych, zarówno dla budynków objętych, jak i nie objętych ochroną konserwatorską,
- dowiedzenie, że możliwa jest wiarygodna identyfikacja poziomu wilgotności zasolonego muru ceglanego za pomocą sztucznej sieci neuronowej o odpowiednio dobranej strukturze i algorytmie uczenia,
- utworzenie na podstawie badań murów ceglanych w budynkach pochodzących z różnych okresów historycznych reprezentatywnego zbioru danych na użytek identyfikacji poziomu wilgotności z wykorzystaniem uczenia maszynowego,
- opracowanie oryginalnej metodyki wiarygodnej ilościowej identyfikacji poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem metod nieniszczących i minimalnie ingerujących w strukturę muru oraz algorytmów uczenia maszynowego, wraz z przykładem jej zastosowania,
- przeprowadzenie walidacji metod algorytmicznych tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności w zabytkowych murach ceglanych z wykorzystaniem tomografii elektrycznej i wskazanie na tej podstawie metod najwierniej odzwierciedlających obraz rozkładu wilgoci uzyskany na podstawie pomiarów walidacyjnych

Podsumowując ten fragment recenzji stwierdzam, że przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe 1 Kandydatki uznane przez Nią za główne i zatytułowane „Metodyka nieniszczącej identyfikacji i przestrzenne obrazowanie poziomu wilgotności zabytkowych murów cegla-

nych z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego” w sposób w pełni wystarczający wnosi wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport..

Tym samym stwierdzam, że spełniony jest wymóg art. 219 ust. 1 ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce, ponieważ Kandydatka posiada w dorobku osiągnięcia naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport, w tym co najmniej 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit.b.

4.6.2 Ocena osiągnięcia 2

Wskazane przez Kandydatkę współautorskie osiągnięcie naukowe 2, technologiczne stanowi: "System pomiarowy w postaci prototypowego hybrydowego tomografu elektrycznego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach"

Osiągnięciem technologicznym jest system pomiarowy składający się z oryginalnego urządzenia pomiarowego w postaci przenośnego prototypowego hybrydowego tomografu elektrycznego i oprogramowania opartego o metody algorytmiczne służącego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach. System ten został wykorzystany w badaniach naukowych, których wyniki stały się podstawą opracowania przez Kandydatkę artykułów naukowych [6, 7, 8, 10, 12] wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów stanowiących osiągnięcie I. Są to następujące artykuły:

- [6] Rymarczyk T., Kłosowski G., **Hola A.**, Sikora J., Wołowiec T., Tchórzewski P., Skowron S., Comparison of machine learning methods in electrical tomography for detecting moisture in building walls. *Energies*, **2021**, vol. 14, nr 10, art. 2777, s. 1-22. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 140 Impact Factor: 03.252 (2021)*
- [7] Kłosowski G., **Hola A.**, Rymarczyk T., Skowron Ł., Wołowiec T., Kowalski M., The concept of using LSTM to detect moisture in brick walls by means of electrical impedance tomography. *Energies*, **2021**, vol. 14, nr 22, art. 7617, s. 1-20. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 140 Impact Factor: 03.252 (2021)*
- [8] Rymarczyk T., Kłosowski G., **Hola A.**, Sikora J., Tchórzewski P., Skowron Ł. Optimising the use of machine learning algorithms in electrical tomography of building walls: pixel oriented ensemble approach. *Measurement*, **2022**, vol. 188, art. 110581, s. 1-14. *Punktacja MEiN z: 2019-2021: 200 Impact Factor: 05.600 (2022)*.
- [10] Kłosowski G., **Hola A.**, Rymarczyk T., Mazurek M., Niderla K., Rzemieniak M., Using machine learning in electrical tomography for building energy efficiency through moisture detection. *Energies*, **2023**, vol. 16, nr 4, art. 1818, s. 1-33. *Punktacja MEiN z: 2023: 140 Impact Factor: 03.252 (2022)*
- [12] Kłosowski G., **Hola A.**, Rymarczyk T., Mazurek M., Niderla K., Rzemieniak M., Use of the double-stage LSTM network in electrical tomography for 3D wall moisture imaging. *Measurement*, **2023**, vol. 213, art. 112741, s. 1-13. *Punktacja MEiN z: 2023: 200 Impact Factor: 05.600 (2022)*.

Aktywność Kandydatki w powstawaniu artykułów [6,7,8,10,12] była dla każdego z nich podobna i obejmowała udział w rozpoznaniu literaturowym, opracowanie koncepcji po-

miarów wilgotności muru ceglanego w zabytkowym budynku, przygotowanie stanowiska badawczego, wykonanie pomiarów i analizę uzyskanych wyników, przygotowanie danych walidacyjnych do analiz numerycznych, przeprowadzenie walidacji, przygotowanie wybranych grafik do artykułu i współtworzenie jego tekstu.

Wkład Kandydatki w powstanie hybrydowego tomografu elektrycznego obejmował:

- zaprojektowanie i wykonanie w laboratorium Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej modelowych murów ceglanych,
- opracowanie programu badań wilgotności tych murów uwzględniającego różne warianty zawilgocenia,
- przygotowanie stanowisk badawczych w dwóch wytypowanych budynkach zabytkowych oraz wykonanie badań wilgotności kilkoma metodami.

Prace te były podstawą testowania prototypu tomografu najpierw w warunkach laboratoryjnych, a następnie in situ, w celu optymalizacji doboru podzespołów, konstrukcji i sposobu mocowania elektrod pomiarowych oraz optymalnych rozwiązań informatycznych zapewniających prawidłowe działanie urządzenia.

Tomograf stanowiący główny element osiągnięcia 2 Kandydatki został skonstruowany w Centrum Badawczo-Rozwojowym NETRIX S.A. w Lublinie przy współpracy z interdyscyplinarnym zespołem badaczy z kilku krajowych jednostek naukowych. Opis budowy tomografu i sposobu jego działania został zamieszczony w artykułach naukowych [8, 10, 12], których Kandydatka jest współautorką wraz z członkami interdyscyplinarnego zespołu badawczego.

Po zakończeniu projektu, to jest od roku 2019 do 2023, system pomiarowy był udoskonalany poprzez walidację oprogramowania do interpretacji wyników pomiarów, to znaczy różnych metod algorytmicznych tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności w murze. Celem tych prac było wskazanie metod najwierniej odwzorowujących dane walidacyjne. Do walidacji wykorzystane zostały zbudowane przez Kandydatkę zbiory danych, będące rezultatem badań wilgotności in situ murów ceglanych w sześciu różnych budynkach zabytkowych. Wyniki walidacji wraz z ich analizą zostały opublikowane w latach 2020-2023 w czasopiśmie z listy *JCR* (pozycje [6, 7, 8, 10, 12]).

Podsumowując ten fragment recenzji uważam, że przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe 2 zatytułowane "System pomiarowy w postaci prototypowego hybrydowego tomografu elektrycznego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach" z merytorycznego punktu można zaliczyć jako wnoszące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

5. INFORMACJA O SPEŁNIENIU PRZEZ KANDYDATKĘ KRYTERIUM DOTYCZĄCEGO WYKAZANIA SIĘ ISTOTNĄ AKTYWNOŚCIĄ NAUKOWĄ LUB ARTYSTYCZNĄ

Swoją aktywność naukową Kandydatka realizowała głównie w macierzystym miejscu pracy Politechnice Wrocławskiej oraz:

- w Politechnice Lubelskiej: z Wydziałem Budownictwa i Architektury; z Wydziałem Zarządzania; z Wydziałem Elektrotechniki i Informatyki,
- w Politechnice Łódzkiej z Wydziałem Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska,

- w Wyższej Szkole Ekonomii i Innowacji w Lublinie z Instytutem Informatyki i Innowacyjnych Technologii.

Z politechnikami Lubelską i Łódzką Kandydatka współpracowała w latach 2016–2018 jako wykonawczyni projektu badawczego pt. „Model oceny ryzyka wystąpienia katastrof budowlanych, wypadków i zdarzeń niebezpiecznych na stanowiskach pracy z wykorzystaniem rusztowań budowlanych” finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych PBS3 na podstawie umowy nr PBS3/A2/19/2015. Współpraca ta obejmowała uczestnictwo w regularnych spotkaniach, seminariach i wizytach naukowych odbywających się na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej, na Wydziale Zarządzania Politechniki Lubelskiej oraz na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej,

Z Politechniką Lubelską oraz z Wyższą Szkołą Ekonomii i Innowacji w Lublinie Kandydatka współpracowała w latach 2016–2018 jako wykonawczyni projektu badawczego pt. „Tomograf hybrydowy do badania zawilgocenia i stanu budynków” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, działanie 1.1. Projekty B+R przedsiębiorstw na podstawie umowy nr POIR.01.01.01-00-0167/15. Współpraca ta obejmowała uczestnictwo w spotkaniach naukowych z członkami zespołu realizującego projekt, odbywających się na Wydziałach Zarządzania oraz Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej i w Instytucie Informatyki i Innowacyjnych Technologii Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji w Lublinie. Po roku 2018 współpraca z ww. jednostkami naukowymi trwa nadal, a jej wynikiem jest 5 współautorskich artykułów naukowych [6, 7, 8, 10, 12]

6. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH I POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ KANDYDATKI DO STOPNIA DOKTORA HABILITOWANEGO

Z informacji przedstawionych przez Kandydatkę w autoreferacie wynika, że Jej działalność dydaktyczna jest wszechstronna. Jest Ona przede wszystkim doświadczonym dydaktykiem bo prowadziła Rysunek techniczny (ćwiczenia), Rysunek techniczny (projekt), Podstawy projektowania architektonicznego (seminarium), Budownictwo ogólne I (projekt) oraz Komputerowe wspomaganie kreślenia (laboratorium).

Kandydatka uczestniczyła w pracach zespołów badawczych realizujących następujące projekty badawcze:

- „Wystawy i ekspozycje ogrodnicze we Wrocławiu” zrealizowanym w latach 2010 – 2013.
- "Model oceny ryzyka wystąpienia katastrof budowlanych, wypadków i zdarzeń niebezpiecznych na stanowiskach pracy z wykorzystaniem rusztowań budowlanych” zrealizowanym w latach 2016 – 2018.
- „Tomograf hybrydowy do badania zawilgocenia i stanu budynku” zrealizowanym w latach 2016 – 2018.

Kandydatka jest członkinią Komisji Budownictwa i Mechaniki Oddziału Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu w kadencji 2023 – 2026. Posiada kilkuletnie doświadczenie w zakresie projektowania architektonicznego budynków o różnym przeznaczeniu i funkcji nabyte w latach 2006 – 2012 w ramach pracy na stanowisku asystenta projektanta w Pracowni Architek-

tury i Obsługi Inwestycyjnej „KWADRAT” we Wrocławiu. Jest autorką i współautorką w sumie 17 projektów architektoniczno-budowlanych, budowlanych, wykonawczych i koncepcyjnych.

Na dorobek naukowy w dyscyplinie architektura i urbanistyka składa się w sumie 13 pozycji w tym: 2 raporty badawcze, 1 artykuł naukowo-techniczny, 1 referat konferencyjny oraz 9 haseł w publikacji zbiorowej pt. „Leksykon zieleni Wrocławia”.

Wybrane, ważniejsze osiągnięcia naukowe Kandydatki to:

- 2 rozdziały w monografiach naukowych,
- 42 artykuły w czasopismach naukowych (w tym 18 o zasięgu międzynarodowym),
- 22 wystąpienia konferencyjne z referatem,
- 26 opracowania o charakterze naukowo-badawczym i ekspertyzowym.

Mając powyższe na uwadze ogólna ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę Kandydatki jest w mojej ocenie całkowicie zadowolająca.

7. KONKLUZJA

Na podstawie przeprowadzonej oceny dorobku Pani dr inż. arch. Anny Hoła zawierającej szczegółowo uzasadnioną ocenę osiągnięć naukowych kandydatki zgodnie z art. 219 Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce [Dz. U. z 1018 r. poz. 1668 ze zm.] w finalnej konkluzji recenzji stwierdzam jednoznacznie, że moim zdaniem Pani dr inż. arch. Anna Hoła spełnia wszystkie warunki nadania stopnia doktora habilitowanego o których jest mowa w art. 219 ust. 1 pkt 1-3 ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce.

