

Recenzja spełnia wymagania formalne.
15.01.2024

dr hab. inż. Wojciech Drozd, prof. PK
Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki
Wydział Inżynierii Lądowej
Ul. Warszawska 24
31-155 Kraków
e-mail: wojciech.drozd@pk.edu.pl



Kraków, 10.01.2024 r.

Recenzja

osiągnięć i aktywności naukowej

dr inż. arch. Anny HOŁA

WPLYNĘŁO - WBLIW

15-01-2024

sz/26/2024

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk
inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport

Osiągnięcia naukowe I, główne:

cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „*Metodyka nieniszczącej identyfikacji i przestrzenne obrazowanie poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego*”.

Osiągnięcia naukowe II, technologiczne:

System pomiarowy w postaci prototypowego hybrydowego tomografu elektrycznego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach.

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowią: pismo nr DRKN.Z2.400.183.2023 Rady Doskonałości Naukowej, z dnia 14 października 2023 roku oraz uchwała nr 386/63/RDND06/2021-024 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Wrocławskiej, z dnia 08 listopada 2023 roku, o powołaniu mojej osoby na Recenzenta Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym Pani dr inż. arch. Anny Hoła, wszczętym w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Podstawą merytoryczną opracowania recenzji jest przedłożony w dniu 28.08.2023 roku Radzie Doskonałości Naukowej wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport wraz z opracowaną przez Panią dr inż. arch. Annę Hoła dokumentacją. Wniosek wraz z dokumentacją otrzymałem zarówno w wersji papierowej, jak i na cyfrowym nośniku danych.

Recenzja została sporządzona z uwzględnieniem wymagań zawartych w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z póź. zm.).



str. 1

2. Sylwetka Habilitantki

Pani dr inż. arch. Anna Hoła jest absolwentką Politechniki Wrocławskiej, Wydziału Architektury, kierunku: Architektura i Urbanistyka, w specjalności: Architektura, którą ukończyła w roku 2006 otrzymując dyplom magistra inżyniera architekta. Od 2013 roku zatrudniona w Politechnice Wrocławskiej, na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego. Początkowo w Zakładzie Fizyki Budowli i Komputerowych Metod Projektowania (zlikwidowany w grudniu 2019 r.), a następnie w Katedrze Budownictwa Ogólnego do 2021 roku i w Katedrze Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych do chwili obecnej. Do roku 2018 było to zatrudnienie na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego, a następnie na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego. Stopień naukowy doktora nauk technicznych, w dyscyplinie architektura i urbanistyka, specjalność architektura i urbanistyka, uzyskała w 2013 roku, w Politechnice Wrocławskiej, na Wydziale Architektury. Rozprawa doktorska pt. „Wystawy i ekspozycje ogrodnicze we Wrocławiu, 1845– 1929” została wyróżniona przez Radę Wydziału Architektury Politechniki Wrocławskiej. Promotorem pracy doktorskiej była Pani dr hab. inż. Marzanna Jagiełło, prof. uczelni.

Główne zainteresowania dr inż. arch. Anny Hoła związane są z zagadnieniami nadmiernego zawilgocenia i zasolenia ścian oraz sklepień kondygnacji przyziemia i nadziemia budynków wzniesionych w różnych okresach historycznych, co znalazło swój wyraz w Jej pracy badawczej i naukowej, zwieńczonej między innymi publikacjami stanowiącymi oceniane osiągnięcia naukowe.

Prace Habilitantki potwierdzają Jej zainteresowania problematyką stosowania nieniszczących sposobów identyfikacji poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych, pozwalających na uzyskanie, jak najbardziej wiarygodnych rezultatów, przy jak najmniejszej ingerencji w strukturę zabytkowej tkanki.

Tematyka poruszana w pracach naukowych i badawczych Habilitantki obejmuje również kwestie związane z identyfikacją poziomu wilgotności i jej przestrzennego rozkładu na grubości zabytkowych murów ceglanych bez konieczności pobierania próbek do badań. Ten obszar badań znalazł uznanie w postaci przyznanego projektu badawczego pt. „Tomograf hybrydowy do badania zawilgocenia i stanu budynków”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, w którym Habilitantka była wykonawczynią. W ramach projektu opracowano system pomiarowy składający się z oryginalnego urządzenia pomiarowego, w postaci przenośnego, prototypowego, hybrydowego tomografu elektrycznego i oprogramowania opartego na metodach algorytmicznych, służącego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach, w tym zabytkowych. System ten został wykorzystany w badaniach naukowych, których wyniki stały się podstawą opracowania artykułów naukowych, wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów, stanowiących główne osiągnięcie naukowe Habilitantki.

3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się Habilitantki o nadanie lub odmowę nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport

Głównym osiągnięciem naukowym, przedłożonym przez dr inż. arch. Annę Hoła i oznaczonym jako I, stanowiącym podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego, wynikającego z art. 219 ust. 1 pkt. 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, jest cykl powiązanych tematycznie 14 publikacji z głównym zagadnieniem naukowo-badawczym dotyczącym nieniszczących sposobów identyfikacji poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych. Natomiast drugim osiągnięciem naukowym, przedłożonym przez Habilitantkę i oznaczonym jako II, technologiczne, jest Jej udział w opracowaniu systemu pomiarowego, składającego się z oryginalnego urządzenia pomiarowego, w postaci przenośnego, prototypowego, hybrydowego tomografu elektrycznego i oprogramowania, opartego na metodach algorytmicznych, służącego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach, w tym zabytkowych. System ten został wykorzystany w badaniach naukowych, których wyniki stały się podstawą opracowania artykułów naukowych [A6–A8], [A10] i [A12], wchodzących w skład osiągnięcia I.

Cykl powiązanych tematycznie publikacji, zgłoszony jako osiągnięcie naukowe I główne, obejmuje następujące pozycje:

- [A1] **Hola A.**: Measuring of the moisture content in brick walls of historical buildings - the overview of methods. *IOP Conference Series - Materials Science and Engineering*, **2017**, ISSN 1757-899X; vol. 251,
- [A2] 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. IF = 2.846 (2018),
- [A3] **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. IF = 5.669 (2019),
- [A4] **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. IF = 2.679 (2020),
- [A5] **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. IF = 4.369 (2020),
- [A6] 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. IF = 3.252 (2021),
- [A7] 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. IF = 3.252 (2021),
- [A8] 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. IF = 5.6 (2022),
- [A9] **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. IF = 10.517 (2022),
- [A10] 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. IF = 3.252 (2022),
- [A11] **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. IF = 10.517 (2022),
- [A12] 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. IF = 5.6 (2022),
- [A13] **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. IF = 2.7 (2022),
- [A14] **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. IF = 4.4 (2022),

W wykazie przedłożonych do oceny prac naukowych, stanowiących osiągnięcie naukowe I, główne Habilitantki, wymieniono 14 artykułów naukowych, opublikowanych w latach 2017-2023, w tym 4 prace własne Habilitantki, 4 dwuosobowe, w których jest pierwszą autorką oraz 6 prac współautorskich. Świadczy to o wszechstronności kandydatki zarówno jeżeli chodzi o zdolności samodzielnego przygotowywania publikacji naukowych na wysokim poziomie, jak i o umiejętność Jej pracy w zespole badawczym zarówno dwuosobowym, jak i wieloosobowym, opracowującym wspólnie elaboraty naukowe. 13 spośród wymienionych prac znajduje się w bazie Journal Citation Reports, z punktacją MNiSW: 200 pkt. (3 pozycje), 140 pkt. (7 pozycji), 100 pkt. (2 pozycje), 15 i 30 pkt., (2 pozycje - punktacja MNiSW sprzed 2019 r.), o łącznym IF = 64,653. Nadmienić należy, że pięć pozycji opublikowanych w czasopismach z listy JCR ma bardzo wysoki IF (>5).

W przypadku zgłoszonych jako cykl powiązanych tematycznie współautorskich artykułów naukowych, zgodnie z dołączonymi do dokumentacji oświadczeniami, udział merytoryczny Habilitantki w przygotowaniu publikacji jest znaczący, a jego zakres określono jako: „sformułowanie problemu badawczego, opracowanie ogólnej koncepcji badań, przygotowanie bazy danych do analiz, udział w dokonaniu rozeznania literaturowego, przeprowadzenie badań laboratoryjnych, współpraca przy analizie wyników i formułowaniu wniosków, współpraca w redagowaniu tekstu, przygotowanie wybranych grafik, prowadzenie korespondencji z redakcjami czasopism i polemiki z recenzentami”.

Przedstawiony w Autoreferacie (Załącznik nr 3, pkt. 4.1.2.2.) cel ogólny, stanowiący i łączący tematykę badawczą, poruszaną w przedłożonym cyklu publikacji, nie jest

ogólnikowy, a w zasadzie szczegółowo sformułowany i z całą pewnością można go określić jako naukowy. Odnosi się on do opracowania metodyki nieniszczącej identyfikacji poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych, z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego oraz walidacji algorytmicznych metod tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności na grubości murów, z wykorzystaniem tomografii elektrycznej.

Zgodnie z poruszaną w publikacjach tematyką, dotyczącą metodyki nieniszczącej identyfikacji poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych, łącząc ją w zwięzłą całość, Habilitantka dokonała wyodrębnienia ośmiu celów szczegółowych:

- ✓ 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 odwzorowujących obraz rozkładu wilgoci uzyskany na podstawie pomiarów walidacyjnych.

Zdefiniowanie celów szczegółowych jest w pełni równoznaczne z wyodrębnieniem zagadnień tematycznych. Konsekwencją takiej sytuacji są, umieszczone w tekście

Autoreferatu, odpowiedzi na temat osiągnięcia zamierzonych celów oraz opis osiągniętych rezultatów, co wzbudza zadowolenie recenzenta, zgodnie z założeniem, że Autoreferat powinien nie tylko stanowić zebranie prac Habilitantki, ale również poza postawionymi szczegółowymi celami badań, względnie hipotezami, powinien być miejscem na obszerną dyskusję i finalną konkluzję.

W tej części recenzji dokonano krótkiej prezentacji przedmiotu i tematyki publikacji składających się na osiągnięcia naukowe dr inż. arch. Anny Hoła.

Pozycja [A1], jak sama Autorka wyjaśniła, stanowi krytyczny przegląd i analizę stosowanych metod badania poziomu wilgotności murów ceglanych pod kątem możliwości ich stosowania w budynkach zabytkowych. Zasób wiedzy w tym. aspekcie uzupełniają wybrane treści z pozycji: [A2] i [A3]. Habilitantka ponadto jednoznacznie wskazała w niej najbardziej predysponowane do stosowania w warunkach in situ, w budynkach o dużej wartości historycznej i pozwalające na uzyskanie pomiarów punktowych, o charakterze ilościowym, a mianowicie metody dielektryczną i mikrofalową. Ta sama pozycja ujmuje również problem potrzeby sporządzania, na podstawie uzyskanych rezultatów badań, profili wilgotności na wysokości muru oraz na jego długości – po obwodzie ścian budynku, na różnych wysokościach nad posadzką lub gruntem. Przykłady takich profili zamieszczono w pozycji [A5].

Propozycja oryginalnej metodyki kompleksowych badań poziomu wilgotności murów ceglanych została przedstawiona w publikacji [A5]. Ta oryginalna metodyka zawiera dwie ścieżki postępowania w zależności od tego, czy budynek ze ścianami murowanymi z cegły jest objęty ochroną konserwatorską, czy też nie oraz posiada duży walor poznawczy i praktyczny, a jej znajomość i stosowanie umożliwiają prowadzenie badań konsekwentnie i kompleksowo.

W pracy [A2] Habilitantka podjęła się sprawdzić przydatność sztucznych sieci neuronowych do identyfikacji poziomu wilgotności murów ceglanych. Przedstawione w niej szczegółowe wyniki analiz statystycznych i numerycznych dokumentują możliwość wiarygodnej identyfikacji poziomu wilgotności zasolonego muru ceglanego za pomocą sztucznej sieci neuronowej, o odpowiednio dobranej strukturze i algorytmie uczenia, na podstawie 5 zadanych parametrów, uzyskanych metodami nieniszczącymi i minimalnie ingerującymi w badaną tkankę muru.

O ile Habilitantka w pozycji [A2] bazowała na danych „zapożyczonych”, zawierających rezultaty badań otrzymanych w warunkach laboratoryjnych, o tyle w pozycji [A3] analizy statystyczne i numeryczne przeprowadziła na zbiorze danych zbudowanym przez siebie, obejmującym rezultaty badań pozyskanych w warunkach in situ. I w tym przypadku, jak sama autorka wskazuje, dokładność identyfikacji poziomu wilgotności in situ zabytkowych murów ceglanych za pomocą sztucznej sieci neuronowej, o odpowiednio dobranej strukturze i algorytmie uczenia, a mianowicie SSN jednokierunkowej, wielowarstwowej, ze wsteczną propagacją błędów i algorytmem Conjugate gradient (metoda gradientu sprzężonego - algorytm numeryczny służący do rozwiązywania niektórych układów równań liniowych), w oparciu o 5 parametrów uzyskanych metodami nieniszczącymi i minimalnie ingerującymi w strukturę muru, jest należyta. Potwierdzono to niezależną weryfikacją doświadczalną tej sieci neuronowej.

Dokładność odwzorowania rzeczywistego poziomu wilgotności przez sztuczną sieć neuronową była mniejsza w przypadku danych in situ. Dlatego dr inż. arch. Anna Hoła podjęła dalsze badania [A9] w celu zbudowania modelu, którego dokładność odwzorowywania byłaby większa, a co przełożyłoby się na większą wiarygodność proponowanego sposobu identyfikacji in situ poziomu wilgotności murów ceglanych w budynkach zabytkowych. Poszerzona do większej reprezentatywności dotychczasowa baza danych i wprowadzony do niej dodatkowy, nieuwzględniany dotychczas parametr, opisujący rok budowy zawilgoconego/zasolonego muru potwierdziły przypuszczenia Autorki. Analizy statystyczne i numeryczne wykazały, że parametr związany z czasem ekspozycji murów na działanie wilgoci i soli ma istotne znaczenie w konstruowaniu warstwy wejściowej dla sztucznej sieci neuronowej. Ponadto analizy numeryczne przeprowadzono w dwóch wariantach wartości wilgotności masowej i wykorzystano w nich w sumie 11 algorytmów uczenia jednokierunkowej, wielowarstwowej sztucznej sieci neuronowej. Wyboru najbardziej predysponowanej struktury sztucznej sieci neuronowej, do oceny wilgotności in situ murów ceglanych, Habilitantka dokonała metodą rankingową.

Wyżej analizowane publikacje potwierdzają, iż zwiększenie liczebności i reprezentatywności zbioru danych oraz wprowadzenie nowego parametru wejściowego, związanego z czasem ekspozycji murów, a także zastosowanie różnych algorytmów uczenia, wpłynęło na poprawę dokładności odwzorowania rzeczywistego poziomu wilgotności przez sztuczną sieć neuronową. Jednak nie zwiększyło jej w stosunku do tej uzyskanej dla zbioru danych pozyskanych w warunkach laboratoryjnych. Dlatego Habilitantka w poszukiwaniu modelu pozwalającego na uzyskanie dokładniejszych rezultatów postanowiła wykorzystać inne, niż sztuczne sieci neuronowe, algorytmy uczenia maszynowego, w postaci lasów losowych i metody wektorów nośnych [A11]. Uzyskane wyniki pozwoliły Jej stwierdzić, że algorytm losowego lasu najbardziej poprawnie odwzorował wilgotności masowe, uzyskane podczas badań doświadczalnych.

Pozycja [A13] stanowi niezależną weryfikację doświadczalną modelu opartego na algorytmie lasów losowych (Random Forests) i bazie nowych, niewykorzystanych dotąd w analizach, danych.

W artykule [A6] Autorka przedstawiła wyniki badań nad efektywnością wykorzystania metod uczenia maszynowego do wykrywania wilgotności ścian budynków przy pomocy tomografii elektrycznej. Porównano cztery metody: Gaussa-Newtona (GN), LR-SVM i LR-LS, bazujące na regresji liniowej oraz sztuczna sieć neuronowa (ANN). Badania pokazały, że wybór modelu uczenia maszynowego ma duży wpływ na jakość wyników realizowanego procesu. Uczenie maszynowe ma większy potencjał tworzenia prawidłowych rekonstrukcji tomograficznych niż tradycyjne metody matematyczne. W tym badaniu modele regresji liniowej wypadły nieznacznie gorzej od sieci neuronowej.

Z kolei w pozycji [7] nawiązano do oryginalnej koncepcji tomograficznego pomiaru wilgotności muru ceglanoego przy użyciu algorytmu, opartego na sieciach neuronowych o długiej pamięci krótkotrwałej (LSTM). Tę koncepcję zastosowano do obrazowania wilgoci wewnątrz ceglanej ściany za pomocą impedancji elektrycznej tomografu. Przedstawiona metoda umożliwia przestrzenną wizualizację rozkładu wilgoci wewnątrz

ścian. Jest to zasadnicza różnica w porównaniu z klasycznymi metodami pośrednimi, które jedynie badają wilgotność w wybranych punktach ścian

Pozycja [8] stanowi obraz dla wyników badań nad identyfikacją wilgoci wewnątrz ścian budynków za pomocą tomografii impedancyjnej (EIT). Zastosowano oryginalną, złożoną metodę zespołową zorientowaną na piksele (POE). Przedstawiona metoda umożliwia przestrzenną wizualizację obrazu rozkładu wilgoci wewnątrz ściany, w przeciwieństwie do powszechnie używanych metod, umożliwiających badanie wilgotności tylko w wybranych punktach ściany.

Niejako kontynuacją jest artykuł [10], w którym zaproponowano innowacyjną hybrydową metodę CNN+LSTM do wykrywania wilgoci, z wykorzystaniem rekonstrukcji obrazu EIT. Proponowana metoda uwzględnia informacje o kolejności mierzonego zestawu napięć i umożliwia dokładniejszą, nieliniową prezentację napięcia i przewodności poprzez połączenie dwóch popularnych, jednorodnych metod głębokiego uczenia się: CNN i LSTM. Porównania jakościowe i ilościowe pokazały, że model hybrydowy, składający się zarówno z warstw CNN, jak i LSTM, jest lepszy niż jednorodne modele CNN i LSTM.

Dwuetapowa metoda algorytmiczna, poprawiająca dokładność obrazowania wilgoci w tkankach ścian, za pomocą tomografii impedancyjnej (EIT) wypełnia treści publikacji [12]. Oryginalność metody polega na wykorzystaniu drugiej sieci neuronowej, która poprawia obrazy uzyskane dzięki pierwszej sieci, generowane jako obrazy uczące, stanowiące dane wejściowe dla drugiej sieci. Istotne jest, że obie sieci neuronowe szkolone są na podobnym zestawie obrazów wyjściowych wzorców.

Badania walidacyjne kilkunastu różnych metod algorytmicznych, przedstawione w pozycjach: [A6–A8], [A10], [A12] pozwoliły Autorce wskazać te, które najwierniej odwzorowały obrazy rozkładów wilgotności wewnątrz muru.

Ostatnia ze zgłoszonego cyklu publikacja [A14] prezentuje wyniki badań, opublikowane w artykułach [A2–A4], [A9], [A11] i [A13]. Stały się one podstawą do opracowania przez Habilitantkę metodyki ilościowej oceny wilgotności zasolonych murów ceglanych w budynkach zabytkowych, z wykorzystaniem uczenia maszynowego. Celem artykułu było spopularyzowanie metody oraz wyjaśnienie innym badaczom, zajmującym się m.in. renowacją obiektów zabytkowych, jakie kroki należy podjąć w celu zbudowania własnego zbioru danych i opracowania na jego podstawie modelu do własnych badań.

Osiągnięciem naukowym technologicznym Habilitantki jest Jej udział w opracowaniu systemu pomiarowego, składającego się z oryginalnego urządzenia pomiarowego w postaci przenośnego prototypowego hybrydowego tomografu elektrycznego oraz oprogramowania opartego na metodach algorytmicznych, służącego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach, w tym zabytkowych. Działanie systemu Habilitantka wykorzystwała w badaniach naukowych, których wyniki stały się podstawą opracowania publikacji naukowych [A6–A8], [A10] i [A12], wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów, stanowiących osiągnięcie naukowe I główne. Opis budowy tomografu i sposobu jego działania przedstawiono w artykułach: [A8], [A10] i [A12]. Natomiast przykładowe stanowisko badawcze z wykorzystaniem systemu oraz przykładowe widoki zrekonstruowanych obrazów wilgotności muru odpowiednio w pozycjach: [A12] [A7] i [A10]. Walidacja

oprogramowania systemu do interpretacji wyników pomiarów, to znaczy różnych metod algorytmicznych tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności w murze, pozwoliła na wskazanie metod najwierniej odwzorowujących zbiory danych, będących rezultatem badań wilgotności in situ murów ceglanych, w sześciu różnych budynkach zabytkowych. Wyniki walidacji wraz z ich analizą zostały opublikowane w pozycjach: [A6–A8], [A10], [A12]. Docelowo, jak wskazuje dr inż. arch. Anna Hoła, przewidywane jest opracowanie kompaktowej wersji tomografu, nadającej się do produkcji w wielu egzemplarzach i wykorzystywania w badaniach naukowych i w praktyce budowlanej przez innych badaczy.

3.1. Podsumowanie oceny osiągnięć naukowych Habilitantki i uwagi dyskusyjne

Nadmierne zawilgocenie i zasolenie ścian oraz sklepień kondygnacji przyziemia, nierzadko także ścian nadziemna, w odniesieniu do budynków zabytkowych, murowanych z cegły, stanowią bardzo aktualny i istotny problemem, z którym często przychodzi się mierzyć. Najistotniejsza przyczyna takiego stanu rzeczy tkwi w długotrwałym kontakcie murów z przylegającym do nich gruntem, przy jednoczesnym braku zabezpieczeń przeciwwilgociowych. Punktem wyjścia do rozwiązania problemu nadmiernego zawilgocenia i powstrzymania powodowanych nim procesów niszczących mur jest wykonanie wiarygodnych badań poziomu jego wilgotności. Habilitantka mając to na uwadze, a także aktualny stan wiedzy, podjęła badania naukowe, skutkujące opracowaniem nieniszczącego sposobu identyfikacji poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych, który pozwoli na uzyskanie, jak najbardziej wiarygodnych rezultatów, przy jak najmniejszej ingerencji w strukturę zabytkowej tkanki. Należy zatem stwierdzić, że treści prezentowane w ocenianych pracach habilitanta są wartościowe z punktu widzenia zarówno naukowego, jak i aplikacyjnego. Tematyka ta jest również zdecydowanie prorozwojowa.

Do najważniejszych osiągnięć Habilitantki związanych z cyklem powiązanych tematycznie 14 publikacji stanowiących istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, można zaliczyć:

- ✓ stworzenie kompleksowej metodyki badań in situ poziomu wilgotności murów ceglanych,
- ✓ identyfikacja poziomu wilgotności zasolonego muru ceglanoego za pomocą sztucznej sieci neuronowej, o odpowiednio dobranej strukturze i algorytmie uczenia, ze wskazaniem na jednokierunkową, wielowarstwową SSN, ze wsteczną propagacją błędów i algorytmem Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno oraz opracowanie reprezentatywnego zbioru danych dla potrzeb identyfikacji poziomu wilgotności,
- ✓ opracowanie dwóch modeli neuronowej identyfikacji in situ poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych dla zbiorów danych o różnych wartościach wilgotności masowej U_m (od 3% do 12% i > 8%),
- ✓ opracowanie dwóch modeli identyfikacji in situ poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem algorytmu lasów losowych oraz metody wektorów nośnych i zbioru danych wilgotności masowej U_m z przedziału 3% do 12%,
- ✓ opracowanie zbiorów danych na potrzeby walidacji metod algorytmicznych tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności w zabytkowych murach ceglanych, z wykorzystaniem tomografii elektrycznej oraz przeprowadzenie tej walidacji

i wskazanie w efekcie metod najwierniej odzwierciedlających obraz rozkładu wilgoci (sztuczne sieci neuronowe (SSN), hybrydowa metoda POE, głęboka rekurencyjna sieć neuronowa typu LSTM, hybrydowa metoda CNN+LSTM i dwustopniowa sieć LSTM).

Przedstawiona szczegółowa analiza prac wskazanych przez dr inż. arch. Annę Hołą jako osiągnięcie naukowe I, główne pt. „*Metodyka nieniszczącej identyfikacji i przestrzenne obrazowanie poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego*” oraz osiągnięcia naukowego II, technologicznego: Systemu pomiarowego w postaci prototypowego hybrydowego tomografu elektrycznego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, właściwej dla Habilitantki, prowadzą do konstatacji recenzenta o umiejętności dokonania wyboru przez Habilitantkę monotematycznego cyklu publikacji opisujących Jej osiągnięcia oraz o uznaniu tych osiągnięć w ramach obszaru badawczego Habilitantki jako oryginalne i wnoszące istotną wartość poznawczą oraz praktyczną. Wyniki badań zawarte w publikacjach i wykorzystane w systemie pomiarowym, stanowią bardzo obszerny, oryginalny i wartościowy materiał źródłowy przydatny zarówno w dalszych badaniach, jak i w praktyce budowlanej.

Oceniając zarówno ilość, jak i jakość publikacji przedłożonych do recenzji, należy stwierdzić, że jest to repozytorium adekwatne dla osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego. Artykuły wchodzące w skład cyklu publikacji stanowią prace opublikowane w większości w czasopiśmie o szerokim zasięgu międzynarodowym. Świadczą o tym: wysoka cytowalność artykułów oraz wysokie wskaźniki naukometryczne.

Dodatkowo, po wnikliwym przeanalizowaniu zaprezentowanych wyników prac naukowo-badawczych oraz innych osiągnięć habilitanta stwierdzam, że dr inż. arch. Anna Hoła prezentuje wysoki poziom naukowy z zakresu prezentowanej tematyki i bardzo dobre przygotowanie w obszarze sztucznej inteligencji, poświęconym algorytmom poprawiającym się automatycznie poprzez doświadczenie, czyli ekspozycję na dane. Przedstawione w autoreferacie plany dalszego rozwoju naukowego oraz opracowanie kompaktowej wersji tomografu nadającej się do produkcji w wielu egzemplarzach i wykorzystywania w badaniach naukowych oraz w praktyce budowlanej przez innych badaczy, świadczą o dobrym rozeznaniu w trendach występujących w różnych ośrodkach naukowo - badawczych.

Na koniec tej części recenzji poczyniono kilka uwag dyskusyjnych:

- ✓ W opinii Recenzenta opracowanie monografii zamiast cyklu 14 artykułów byłoby zdecydowanie lepszym rozwiązaniem, które w pewnym sensie usystematyzowałoby przedstawiony do recenzji ciekawy materiał, o dużym znaczeniu poznawczym. Wykluczają to chyba jednak względy formalne?
- ✓ Habilitantka powinna podkreślić w Autoreferacie, że tematyka, którą się zajmuje jest nowa, że nikt się nią dotychczas nie zajmował i że ma istotne znaczenie dla dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.
- ✓ Omawiając wskazane jako osiągnięcie naukowe publikacje i nie tylko, Habilitantka powinna konsekwentnie najpierw przedstawić badania i osiągnięte wyniki, a w dalszej kolejności „satisfakcję” z faktu ich opublikowania.

- ✓ Również w tekście Autoreferatu Autorka powinna wyjaśnić wszystkie przytaczane wzory, symbole i akronimy, a nie tylko wybrane.
- ✓ Niezależnie, warto podkreślić staranność przygotowanych i złożonych przez dr inż. arch. Annę Hołą dokumentów, niezbędnych w postępowaniu habilitacyjnym.

Podsumowując, biorąc pod uwagę przedłożone do oceny osiągnięcia naukowe Kandydatki, łącznie z dalszymi kierunkami planowanego rozwoju naukowego, oceniam je pozytywnie.

4. Pozostałe osiągnięcia naukowe oraz aktywność naukowa

Na dotychczasowy dorobek dr inż. arch. Anny Hoły, uzyskany w całym okresie działalności naukowej (przed i po doktoracie) według Załącznika 5: *Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny* składają się:

- ✓ 2 rozdziały w monografiach naukowych (jeden przed i jeden po doktoracie),
- ✓ 42 artykuły naukowe opublikowane w czasopismach naukowych (w tym 4 artykuły przed doktoratem i 14 artykułów włączonych do cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe I). 17 publikacji posiada IF,
- ✓ 9 haseł w publikacji zbiorowej pt. „Leksykon zieleni Wrocławia”, sfinansowanej przez Miasto Wrocław i wydanej przez Wydawnictwo Via Nova we Wrocławiu w 2013 r. Publikację tą dwukrotnie nagrodzono w 2014 r. podczas XX Wrocławskich Targów Książki Naukowej m.in. za najlepszą książkę promującą region Dolnego Śląska,
- ✓ autorstwo i współautorstwo 17 projektów architektoniczno-budowlanych, budowlanych, wykonawczych i koncepcyjnych i 1 systemu pomiarowego do przestrzennej analizy i obrazowania wilgotności w murach (stanowiący osiągnięcie naukowe II),
- ✓ 22 wystąpienia na krajowych (6) lub międzynarodowych (16) konferencjach naukowych,
- ✓ 8 referatów opublikowanych w materiałach konferencyjnych krajowych i międzynarodowych (1 krajowy i 7 międzynarodowych),
- ✓ uczestnictwo w pracach zespołów badawczych trzech projektów w roli wykonawcy (2336/B/T02/2010/39, PBS3/A2/19/2015, POIR.01.01.01-00-0167/15), finansowanych między innymi ze środków Narodowego Centrum Nauki, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego - w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, działanie 1.1. Projekty B+R przedsiębiorstw.

Dodatkowe obszary zainteresowań naukowych i badawczych dr inż. arch. Anny Hoły, poza tematyką przedstawioną w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, stanowią: diagnostyka elementów i konstrukcji w różnych obiektach budowlanych, z wykorzystaniem metod nieniszczących i semi-nieniszczących oraz badaniach i analiza wypadkowości w polskim budownictwie, w szczególności przy pracy na wysokości. Dorobek Habilitantki w obszarze Jej dodatkowych zainteresowań należy uznać za znaczący i potwierdzony publikacjami oraz realizowanymi projektami.

Ponadto dr inż. arch. Anna Hoła:

- ✓ jest członkinią Komisji Budownictwa i Mechaniki Oddziału Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu, w kadencji 2023 – 2026,
- ✓ była Sekretarzem Komitetu Naukowego II Konferencji Naukowo Technicznej „Zarządzanie Bezpieczeństwem Pracy w Budownictwie” (Wrocław 2023),
- ✓ była członkinią jury oceniającego prace konkursowe studenckie na projekt mini-domu, podczas konkursu zorganizowanego przez Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej w 2019 r.,
- ✓ była edytorką wydania specjalnego czasopisma *Applied Sciences*: "The Latest Scientific Problems Related to the Implementation and Diagnostics of Construction Objects", 2020 - 2021 r. (*Punktacja MEiN z 2019-2021: 100; Impact Factor w 2021: 02.838*),
- ✓ była recenzentem 5 artykułów naukowych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym oraz 1 referatu na międzynarodową konferencję w Czechach,
- ✓ została uhonorowana czterema nagrodami Rektora Politechniki Wrocławskiej za wyróżniający wkład w działalność uczelni za lata 2016, 2019, 2020 i 2022,
- ✓ była beneficjentką uczelnianego programu Primus dla autorów publikacji w najlepszych czasopismach lub wydawnictwach naukowych:
 - Primus (Działanie 2) za lata 2020, 2021, 2022 – za znaczącą aktywność naukową,
 - Primus (Działanie 1) za lata 2022 i 2023 – za autorstwo artykułów opublikowanych w najwyższej sklasyfikowanych w wykazie MNiSW czasopismach i konferencjach (200 pkt).

Dr inż. arch. Anna Hoła uczestniczyła w następujących stażach w instytucjach naukowych:

- ✓ Wydział Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej.
Termin i czas trwania: 3 dni w lutym 2016 r. i 3 dni w maju 2016 r.
oraz
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej.
Termin i czas trwania: 3 dni w maju 2017 r.
- ✓ Instytut Informatyki i Innowacyjnych technologii Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji w Lublinie.
Termin i czas trwania: 3 dni w czerwcu 2016 r. i 3 dni w czerwcu 2018 r.
oraz
Wydziały Zarządzania oraz Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej.
Termin i czas trwania: 3 dni w czerwcu 2017 r.
- ✓ Instytut Informatyki i Innowacyjnych technologii Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji w Lublinie.
Termin i czas trwania: 2 dni w maju 2023 r.

W wykazie dorobku technologicznego i w zakresie współpracy z sektorem gospodarczym dr inż. arch. Anna Hoła wskazała czynną współpracę od roku 2016 do chwili obecnej z Centrum Badawczo-Rozwojowym NETRIX S.A. w Lublinie. W latach 2016–2018 współpraca ta była związana z realizacją projektu badawczego „Tomograf hybrydowy do badania zawilgocenia i stanu budynków”, czego efektem było opracowanie systemu pomiarowego służącego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach, w postaci prototypowego, przenośnego, hybrydowego tomografu elektrycznego. Po zakończeniu

projektu, to jest od roku 2019, współpraca ta jest kontynuowana celem udoskonalania systemu pomiarowego w zakresie doboru metod algorytmicznych tworzenia przestrzennego obrazu wilgotności.

W zakresie wykonywanych ekspertyz i innych opracowań wykonywanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców, z zestawienia przedłożonego przez dr inż. arch. Annę Hoła wynika, że jest Ona współautorem 26 takich prac/opinii/ekspertyz.

Zadaniem Habilitantki jest wykazanie się, w oparciu o swój dorobek naukowy, istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej. Jest to wymóg, zgodnie z Ustawą, warunkujący spełnienie trzeciego wymagania nadania stopnia doktora habilitowanego. W opinii Rady Doskonałości naukowej pojęcie aktywności naukowej należy rozumieć szeroko. Tym bardziej, że brak jest w obowiązujących przepisach prawa legalnej definicji pojęcia „aktywność naukowa”, a samo pojęcie to ma charakter nieostry. Zakłada się, że aktywność ta może dotyczyć uzyskiwania w innej uczelni osiągnięć naukowych lub tworzenia własnego dorobku naukowego. Jednak aktywność ta musi być realizowana w co najmniej dwóch uczelniach.

Biorąc pod uwagę wskazania Rady Doskonałości Naukowej, przesłanką do spełnienia tego warunku przez dr inż. arch. Annę Hoła jest wykazana w dorobku aktywność naukowa realizowana w:

- w Politechnice Lubelskiej: z Wydziałem Budownictwa i Architektury; z Wydziałem Zarządzania; z Wydziałem Elektrotechniki i Informatyki (wykonawczynie 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 oraz wykonawczynie projektu badawczego pt. „Tomograf hybrydowy do badania zawilgocenia i stanu budynków” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój),
- w Politechnice Łódzkiej: z Wydziałem Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska (wykonawczynie 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),
- w Wyższej Szkole Ekonomii i Innowacji w Lublinie z Instytutem Informatyki i Innowacyjnych Technologii (wykonawczynie projektu badawczego pt. „Tomograf hybrydowy do badania zawilgocenia i stanu budynków” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój).

Wymiernym efektem tej współpracy jest współautorstwo: 3 raportów z badań, 10 artykułów naukowych (w tym 6 opublikowanych w czasopismach z listy *JCR* i wysoko punktowanych przez MEiN: 140 i 200 punktów), 4 wystąpień na zagranicznych konferencjach naukowych.

Biorąc pod uwagę powyższe, aktywność naukową dr inż. arch. Anny Hoły, tj. między innymi tworzenie własnego dorobku naukowego oraz osiągnięcia naukowe realizowane w co najmniej dwóch uczelniach (bez zagranicznych) oceniam pozytywnie.

5. Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Habilitantka prowadzi działalność dydaktyczną na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. Wypromowała 20 prac inżynierskich i 26 prac magisterskich. Jeden raz pełniła funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim. Opracowała karty przedmiotów do nowych kursów: *Rysunek techniczny i projektowanie architektoniczne* oraz *Projektowanie architektoniczne* na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, a także *Grafika inżynierska* na międzywydziałowej specjalności Inżynieria Materiałowa. Kilkakrotnie była również odpowiedzialna za aktualizowanie treści kart przedmiotów z kursów: *Rysunek techniczny* (ćwiczenia), *Rysunek techniczny* (projekt) i *Podstawy projektowania architektonicznego* (seminarium).

Habilitantka czynnie uczestniczyła także w działalności organizacyjnej na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, angażując się w prace związane z remontami i aranżacją pomieszczeń w budynku Wydziału. Opracowywała koncepcję stanowisk badawczych w pomieszczeniach laboratoryjnych na użytek prowadzonych tam zajęć dydaktycznych, konsultowała projekt wyposażenia meblowego ww. pomieszczeń, opracowywała koncepcję Galerii Dziekanów Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej zrealizowanej następnie w hallu budynku Wydziału oraz pocztu dziekanów w Sali Rady Wydziału.

Dr inż. arch. Anna Hoła uczestniczyła również w pracach organizacyjnych Komitetów Organizacyjnych kilku konferencji, w tym: V Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych” (Wrocław 2016) oraz I Konferencji Naukowo Technicznej „Aktualne problemy związane z zarządzaniem bezpieczeństwem i higieną pracy w budownictwie” (Warszawa 2022).

Tę część osiągnięć Kandydatki oceniam również pozytywnie. Jej aktywność dydaktyczna oraz organizacyjna jest zauważalna.

6. Informacje naukometryczne

Sumaryczny Impact Factor zgodnie z rokiem opublikowania artykułów z cyklu publikacji wynosi $IF = 64,653$. Natomiast średni Impact Factor na publikację wynosi $IF = 4,973$

Łączny Impact Factor wszystkich publikacji wykazanych w Załączniku 5: *Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny* $IF = 74,601$.

Indeks Hirsha na podstawie wykazu Habilitantki na dzień złożenia wniosku wynosi

- według bazy Scopus $H_{index} = 11$
- według bazy Web of Science $H_{index} = 10$,
- według bazy Google Scholar $H_{index} = 11$

Liczba cytowań artykułów z cyklu publikacji na podstawie wykazu Habilitantki na dzień złożenia wniosku wynosi:

- według bazy Scopus 206 (160 z pominięciem autocytowań)
- według bazy Web of Science 181 (142 z pominięciem autocytowań)
- według bazy Google Scholar 191 (153 z pominięciem autocytowań)

Liczba cytowań wszystkich publikacji wykazanych w Załączniku 5: *Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny* wynosi:

- według bazy Scopus 353 (286 z pominięciem autocytowań)
- według bazy Web of Science 305 (238 z pominięciem autocytowań)
- według bazy Google Scholar 413

Uważam, że dane bibliometryczne dorobku naukowego dr inż. arch. Anny Hoła są ponad przeciętne dla nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Oceniam je bardzo pozytywnie.

7. Ocena końcowa

Stwierdzam, że w mojej ocenie recenzowany dorobek dr inż. arch. Anny Hoła spełnia ustawowe warunki stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Biorąc po uwagę przedstawioną powyżej szczegółową ocenę dorobku naukowego dr inż. arch. Anny Hoła stwierdzam, że wskazane we wniosku osiągnięcia naukowe, w których skład wchodzi 14 publikacji pod wspólnym tytułem: „*Metodyka nieniszczącej identyfikacji i przestrzenne obrazowanie poziomu wilgotności zabytkowych murów ceglanych z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego*” oraz udział w opracowaniu systemu pomiarowego w postaci prototypowego, hybrydowego tomografu elektrycznego do przestrzennego obrazowania wilgotności w murach, stanowią oryginalny i znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Pozytywnie oceniam aktywność naukową Habilitantki z innymi ośrodkami naukowymi, pozostały dorobek Habilitantki oraz Jej działalność dydaktyczną i organizacyjną.

Dorobek publikacyjny Kandydatki jest znaczący, bardzo mocno jego ocenę podnoszą osiągnięcia aplikacyjne wyników badań.

Reasumując stwierdzam, że dr inż. arch. Anna Hoła spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w art. 219 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z póź. zm.).

Popieram wniosek o nadanie Pani dr inż. arch. Annie Hoła stopnia doktora habilitowanego nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Wojciech Drod