

Recenzje spełnić wymogi formalne.

27.03.2024

Dr hab. inż. Janusz Konkol, prof. PRz
Politechnika Rzeszowska
im. Ignacego Łukasiewicza
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska
i Architektury
Al. Powstańców Warszawy 6
35-959 Rzeszów
e-mail: janusz.konkol@prz.edu.pl



Rzeszów, 22.03.2024 r.

Recenzja

osiągnięć i aktywności naukowej

dra inż. Łukasza Jana BEDNARZA

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

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowi pismo z dnia 17 stycznia 2024 roku (W2/110/2024) Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Pana Prof. dr. hab. inż. Wojciecha Puły o wyznaczeniu mojej osoby przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Wrocławskiej (uchwała nr 439/68/RDND06/2021-2024 z dnia 10 stycznia 2024 roku) na wniosek Rady Doskonałości Naukowej (pismo nr DRKN.Z2.400.223.2023 z dnia 12 grudnia 2023 roku) na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Łukasza Bednarza, wszczętym w dniu 19 września 2023 roku w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *inżynieria lądowa, geodezja i transport*.

Podstawę merytoryczną opracowania recenzji jest przedłożony w dniu 19 września 2023 roku Radzie Doskonałości Naukowej wniosek o wszczęcie postępowania habilitacyjnego wraz z opracowaną przez dr. inż. Łukasza Bednarza dokumentacją, zawierającą:

- dane personalne i kontaktowe (Załącznik 1),
- egzemplarz monografii pt. „*Monitoring diagnostyczny obiektów historycznych*”, wykazanej przez Habilitanta jako jedno z osiągnięć naukowych,
- kopię dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora nauk technicznych (Załącznik 2),
- autoreferat w języku polskim przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych (Załącznik 3),
- wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport (Załącznik 4),
- dokumenty potwierdzające zamieszczone we wniosku informacje (Załącznik 5).

WPLYNEŁO - WBLIW

27-03-2024

nie/20/2024

str. 1

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 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

2. Sylwetka Habilitanta

Pan dr inż. Łukasz Bednarz jest absolwentem Politechniki Wrocławskiej, Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego. Tytuł magistra inżyniera w specjalności inżynieria budowlana otrzymał 4 lipca 2002 r. Od 3 października 2008 roku do 30 września 2012 roku był zatrudniony na stanowisku asystenta na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, a od 1 października 2012 roku do chwili obecnej zatrudniony jest na stanowisku adiunkta na tymże Wydziale w Katedrze Konstrukcji Budowlanych.

Stopień naukowy doktora nauk technicznych, nadany uchwałą Rady Naukowej Instytutu Budownictwa, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechniki Wrocławskiej, uzyskał w 2008 r. Promotorem rozprawy doktorskiej pt. *Praca statyczna zabytkowych zakrzywionych konstrukcji ceglanych poddanych zabiegom naprawy i wzmacniania* był Prof. dr hab. inż. Jerzy JASIENKO z Politechniki Wrocławskiej, Recenzentami: Prof. dr hab. inż. Jerzy HOŁA z Politechniki Wrocławskiej oraz Prof. dr inż. Angelo Di TOMMASO z Uniwersytetu w Wenecji.

Główne zainteresowania dr. inż. Łukasza Bednarza związane są z zagadnieniami monitorowania i diagnostyki, napraw i wzmacniania konstrukcji obiektów budowlanych, z wyraźnym ukierunkowaniem na obiekty zabytkowe, co uwidacznia się zarówno jako tematyka poruszana w dysertacji doktorskiej, jak również dalszej Jego pracy naukowej, zwieńczonej między innymi monografią i publikacjami stanowiącymi oceniane osiągnięcia naukowe.

3. Ocena osiągnięć naukowych stanowiących podstawę ubiegania się Habilitanta o nadanie lub odmowę nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie *inżynieria lądowa, geodezja i transport*

Osiągnięciami naukowymi, przedłożonymi przez dr. inż. Łukasza Bednarza, stanowiącymi podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego, wynikającego z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. 2023, poz. 742 ze zm.), są:

- osiągnięcie naukowe pt. *Opracowanie autorskiej metody monitoringu diagnostycznego obiektów historycznych*, zawarte w monografii naukowej: Łukasz J. Bednarz, *Monitoring diagnostyczny obiektów historycznych*, Oficyna Wydawnicza ATUT – Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Wrocław 2023 (ISBN 978-83-7977768-6).
- Zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowo-technologiczne pt. *Zaprojektowanie i wdrożenie systemu ciągłego monitoringu*

diagnostycznego zespołu obiektów historycznych zlokalizowanych w zabudowie śródmiejskiej, wykorzystującego zaawansowaną, bezprzewodową sieć IoT typu LoRaWAN.

- cykl powiązanych tematycznie artykułów pod wspólnym tytułem *Opracowanie metody analizy, naprawy i wzmacniania obiektów historycznych będących w stanie przedawaryjnym lub awaryjnym.*

Główne osiągnięcie naukowe, jak zaznaczył we Wniosku sam Habilitant, zatytułowane *Opracowanie autorskiej metody monitoringu diagnostycznego obiektów historycznych* opisane zostało w autorskiej monografii Habilitanta pt. *Monitoring diagnostyczny obiektów historycznych*, wydanej we Wrocławiu w 2023 roku przez Oficyną Wydawniczą ATUT – Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe. Wydawnictwo to 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 (Dz.U. 2023, poz. 742 ze zm.). Recenzentami wydawniczymi monografii byli: Prof. dr hab. inż. Bogdan WOLSKI z Politechniki Świętokrzyskiej oraz Prof. dr hab. inż. Arkadiusz KWIECIEŃ z Politechniki Krakowskiej.

Monografię, liczącą 246 stron, Habilitant podzielił na pięć rozdziałów, które wraz ze Wstępem, Podsumowaniem w języku polskim, Bibliografią i podsumowaniem w języku angielskim stanowią zwartą całość.

Rozdział 1. Uzasadnienie potrzeby podejmowania monitorowania obiektów historycznych jest skrupulatnie przedstawionym przez Habilitanta wyjaśnieniem powodów podjęcia tematu. Łącznie Habilitant przytoczył 12 powodów, takich jak: bezpieczeństwo, zachowanie dziedzictwa kulturowego dla przyszłych pokoleń, ochrona przed nieuprawnionymi ingerencjami, poszerzenie wiedzy technicznej, edukacja, rozwój turystyki, dostosowanie do zmieniających się warunków klimatycznych i użytkowych, kontrola wpływu bliskiego i dalszego otoczenia, oszczędność kosztów, zagadnienia prawne i ubezpieczeniowe, ochrona środowiska oraz współpraca międzynarodowa. Zdefiniował również pojęcie monitoringu diagnostycznego rozumianego jako monitoring stanu zachowania konstrukcji budowanej, czyli działań zmierzających do obserwacji i analizie stanu obiektu budowlanego w czasie rzeczywistym oraz dokonał opisu rodzajów monitoringu, ze szczególnym zwróceniem uwagi na monitoring diagnostyczny.

Rozdział 2. Ocena bezpieczeństwa konstrukcji historycznych Habilitant poświęcił scharakteryzowaniu, obejmującym tę ocenę, wybranych aspektów i etapów, takich jak: analizę przyczyn powstawania uszkodzeń, rozpoznanie uwarunkowań historycznych, inspekcje i inwentaryzacje. Kolejne etapy zostały szeroko opisane w kolejnych rozdziałach; *Rozdział 3. Diagnostyczne badania materiałowe* i *Rozdział 4. Monitoring diagnostyczny konstrukcji*. Rozdział drugi jest również miejscem przywołania, na tle poruszanej w tym rozdziale tematyki, autorskich przykładów Habilitanta. Szeroko opisano zagadnienie wykorzystania, między innymi, w etapie inwentaryzacji czy dokumentacji obiektu skanerów 3D oraz dronów.

W rozdziale trzecim Habilitant scharakteryzował metody badań materiałów w konstrukcji, szczególnie badań możliwych do wykonania na miejscu. Poruszył również kluczowe w badaniach materiałów zagadnienie efektu skali występującego

w materiałach przyjmowanych za quasi-kruche. Metody badań podzielono na trzy grupy: obejmujące badania niszczące, badanie niszczące, w przypadku których proces pobierania próbek i badania nie uszkadza konstrukcji ale ingeruje w głąb materiału (nazwane quasi-nieniszczące) oraz badania nieniszczące. Najszerzej opisano metody stosowane w badaniach nieniszczących, w tym metody sklerometryczne, akustyczne, radiologiczne, elektromagnetyczne oraz termografię.

Stosowane obecnie metody oraz zaproponowane rozwiązanie monitoringu diagnostycznego zostały opisane w rozdziale czwartym zatytułowanym *Monitoring diagnostyczny konstrukcji*. Monitoring jest istotnym źródłem informacji o konstrukcji, informacji która może zapewnić wgląd w stan konstrukcji oraz wskazać na obecność aktywnych procesów związanych z uszkodzeniami. Może być również pomocny w analizie przyczyn awarii, katastrof budowlanych czy oceny skutków zdarzeń nadzwyczajnych (trzęsienia ziemi, powodzie). Habilitant zwraca uwagę na potrzebę ciągłego monitoringu diagnostycznego konstrukcji, a docelowym rozwiązaniem byłaby automatyzacja tego procesu. Kluczową kwestią jest również stworzenie algorytmów postępowania opartych na procedurach i metodach umożliwiających monitorowanie stanu konstrukcji warunkującej minimalizację ingerencji w obiekt. Przyszłość monitoringu diagnostycznego statycznego Habilitant upatruje w skaningu 3D, w tym również jako proces w pełni zautomatyzowany (jako przykład wskazano programy CloudCompare czy MeshLab), zastosowaniu dronów, Internetu Rzeczy czy sztucznej inteligencji wraz z uczeniem maszynowym. Rozdział czwarty to także liczne przykłady, głównie autorskie, zastosowania monitoringu diagnostycznego statycznego, a niekiedy również dynamicznego. Szczegółowo opisano tradycyjne podejście do monitoringu (mierniki przewodowe, metody geodezyjne) wiaduktu kolejowego nad ulicą Grzegórzecką w Krakowie czy kompleksowego monitoringu Hali Stulecia we Wrocławiu. Przedstawiono przykłady monitoringu z wykorzystaniem skaningu laserowego 3D (budynek dawnego kasyna wojskowego w Łambinowicach i konstrukcja prezbiterium kościoła pw. św. Anny w Ząbkowicach Śląskich), monitoringu wykorzystującego korelacje obrazów cyfrowych (DIC), monitoringu zawilgocenia murów, monitoringu wykorzystującego mierniki bezprzewodowe w technologii IoT (Internetu Rzeczy). Przykładem realizacji monitoringu, stanowiącego powiązanie różnych metod, jest system pomiarowy zaprojektowany w bazylice pw. św. Bartłomieja i Jadwigi w Trzebnicy oraz Muzeum Archeologicznego w Krakowie. W rozwiązaniach tych wykorzystano technologię IoT typu LoRaWAN. Co ważne przy stałym monitoringu diagnostycznym urządzenia typu LoRaWAN działają przy minimalnym zużyciu energii z możliwością dostosowania prędkości transferu danych, jednak tylko tekstowych. Zasięg transferu danych można zwiększyć stosując dodatkowe przekaźniki. W tego typu sieciach stosuje się topologię gwiazdy. Dotarcie sygnału do serwera sieciowego centralnego w chmurze następuje za pośrednictwem bram zbierających dane za pomocą sieci komórkowych, Ethernetu, sieci satelitarnych czy WiFi (standardowych połączeń IP). Bramy są połączone bezprzewodowo z miernikami (urządzeniem końcowych) siecią typu LoRaWAN.

Autorski algorytm automatyzacji analizy, predykcji i wizualizacji danych pomiarowych przedstawiono w rozdziale piątym *Wykorzystanie wyników monitoringu diagnostycznego do analizy i wizualizacji oraz budowy modeli numerycznych*. Zaproponowany system ciągłego monitoringu diagnostycznego opracowano w oparciu

o znane modele statystyczne regresji liniowej (LR, *Linear Regressions*), liniowe modele autoregresji z zewnętrznym wejściem (ARX, *AutoRegressive with eXogeneous variables*), analizę wykorzystującą strukturę wzmacniającą gradient (XGBoost, *eXtreme Gradient Boosting*) lub algorytm regresji wektorów wspierających (SVM, *Support Vector Regression*) oraz wykorzystując bezprzewodową sieć IoT typu LoRaWAN. Do analizy danych zastosowano od bardzo prostych modeli liniowych prognozujących po modele złożone, na przykład metodą XGBoost polegającą na dodawaniu nowych modeli w celu poprawy błędów istniejących modeli prognozujących czy metodą SVM polegającą na zamianie problemu regresji w problem klasyfikacji binarnej w oparciu o tzw. funkcję jądra do przekształcenia danych wejściowych. Na rycinach 5.11-5.13 (strony 191-192 monografii) Habilitant przedstawił graficznie predykcję modeli odpowiednio ARX, XGBoost i SRV pomiaru rozwarłościzarysowania w wybranym punkcie pomiarowym rzeczywistego obiektu, kościoła pw. Wniebowzięcia NMP w Nysie, a następnie dokonał porównania rzeczywistych wyników i predykcji odpowiedniego modelu (ryciny 5.16-5.18, str. 194-195 monografii). Wybór najlepszego podejścia Habilitant dokonał na podstawie metryk średniego procentowego błędu prognozy MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) i metryki średniej kwadratowej błędów RMSE (*Root Mean Square Error*). Zastosowanie modeli wykorzystujących uczenie maszynowe (ARX, XGBoost i SVM) okazało się lepszym rozwiązaniem aniżeli modelu regresji liniowej. Dyskusję na temat wyboru najlepszego modelu regresji Habilitant zamieszcza pod koniec podrozdziału 5.2.4 (str. 195 monografii). Habilitant zaproponował w pełni zautomatyzowany proces analizy danych z monitoringu, zaznaczając że prace nad oprogramowaniem i optymalizacją monitoringu są nadal prowadzone. Do analizy danych wykorzystano biblioteki i moduły do uczenia maszynowego w języku Python (scikit-learn, TensorFlow, PyTorch, statsmodels), języku uważanego za najbardziej perspektywiczny język programowania. Do wizualizacji serii danych zaproponowano wykorzystanie serwisu wizualizacji Grafana, umożliwiającego również wysyłanie alertów przez e-mail, SMS lub inne platformy komunikacyjne. W rozdziale piątym podano także zalecenia dotyczące budowy i analizy modeli MES na podstawie danych z monitoringu diagnostycznego oraz przedstawiono nowatorskie podejście do prezentacji wyników w odniesieniu do ujęcia lokalnego (miejsca montażu czujnika) oraz ujęcia globalnego (otoczenie, panujące w pobliżu warunki, element konstrukcji, itp.) wykorzystując wizualizację 3D obiektu. Takie rozwiązanie pozwoliło na jednoczesną obserwację obiektu, sprzętu pomiarowego oraz wyników w formie graficznej. Podejście to Habilitant szeroko opisał w podrozdziale 5.3. *Sposoby prezentacji czujników/mierników pomiarowych oraz wyników z odniesieniem przestrzennym do badanego obiektu.*

W Podsumowaniu Habilitant sklasyfikował osiem faz obejmujących wszystkie etapy przyjętej metody monitoringu diagnostycznego. Począwszy od badań wstępnych, inspekcji, badań materiałowych, monitorowania stanu konstrukcji po analizę wyników, ich dokumentowanie, modelowanie i planowanie konserwacji. Zaproponowany i opisany w monografii system może być z powodzeniem stosowany w praktyce, choć należy podkreślić różnorodną specyfikę monitoringu każdego obiektu wymagającą indywidualnego podejścia.

Bibliografia bardzo obszerna, właściwie dobrana i odpowiednio przywołana. W monografii Habilitant powołuje się na 512 pozycji bibliograficznych, w tym strony

internetowe, normy i inne akty prawne, które nie zostały wydzielone z pozostałych pozycji źródłowych. Łącznie przytacza 28 pozycji współautorskich, 1 autorski artykuł w Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation oraz dwie autorskie prace niepublikowane.

Dogłębna analiza przedłożonego osiągnięcia nasuwa pewne wątpliwości i uwagi o charakterze zarówno merytorycznym, jak i dyskusyjnym. Poniżej przedstawiono najważniejsze z nich:

1. Zarówno we *Wstępie* do monografii (str. 10), jak i w *Autoreferacie* (m. in. str. 3) Habilitant różnicuje pojęcia obiektu historycznego i obiektu zabytkowego „... obiektów historycznych, w tym zabytkowych”. Wynika z tego, że pojęcie obiekt historyczny należy rozumieć znacznie szerszej i z tego względu w takiej formie pojawia się ono w tytule monografii. Recenzent zwraca jednak uwagę na pewne kwestie wynikające z zapisów obowiązującej ustawy (Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U.2022.840 z póź. zm.). W art. 3 Ustawy wyjaśniono użyte określenia, między innymi jako pierwsze zostało wyjaśnione pojęcie: „zabytek - nieruchomość lub rzecz ruchomą, ich części lub zespoły, będące dziełem człowieka lub związane z jego działalnością i stanowiące świadectwo minionej epoki bądź zdarzenia, których zachowanie leży w interesie społecznym ze względu na posiadaną wartość historyczną, artystyczną lub naukową”. Obiekt historyczny, jak wskazuje sama nazwa to obiekt o wartości historycznej. Zatem w myśl ustawy wydaje się właściwszym i zastępczym określenie obiekt zabytkowy, tym bardziej, że obecnie Ustawodawca nie wskazuje konieczności wprowadzenie obiektu w jakikolwiek rejestr aby był w rozumieniu zapisów Ustawy zabytkiem. Nie jest to uwaga kluczowa, a jedynie o charakterze dyskusyjnym i porządkującym, z uwagi na zawilość stosowania obu pojęć. Sam Habilitant wykazuje tu pewną niekonsekwencję. Jak Habilitant rozumie pojęcia obiekt historyczny i obiekt zabytkowy powinno być w monografii wyjaśnione.
2. Zamieszczony na Ryc. 4.1 (str. 9 monografii) wykres wymagał komentarza w tekście monografii. Zapewne zamierzeniem Habilitanta było przede wszystkim schematyczne pokazanie procesu monitoringu czasowego, jako złożenia monitoringu okresowych. Zwrócono jedynie uwagę na nieliniowy charakter niszczenia konstrukcji (stosując powiększenie fragmentu wykresu w czasie Δt). Nie skomentowano jednak również nieliniowego charakteru związanego z krzywą nazwaną *bezpieczeństwo konstrukcji*. Z wykresu wynika, że zachwianie równowagi między bezpieczeństwem konstrukcji a jej niszczeniem nastąpi w czasie wynikającym z przecięcia się obu krzywych. Istnieje pewne prawdopodobieństwo, że do takiej sytuacji może dojść dość dużo wcześniej, gdyż obie funkcje obrazują zmienne losowe i zachwianie relacji między nośnością konstrukcji a obciążeniem (str. 62 monografii) nastąpi znacznie wcześniej.
3. Brak opisu do Ryc. 4.57 (str. 130 monografii); opis dostępnych technologii IoR.
4. Analiza rysunków jest w wielu przypadkach utrudniona przez nieczytelność zamieszczonych na nich opisów i danych. Między innymi, zamieszczone w Rozdziale 4 ryciny (Ryc. 4.97, Ryc. 4.99 i Ryc. 4.101, strony 153-155 monografii), prezentujące wyniki pomiarów rozwartości zarysowania dla usytuowanych na obiekcie mierników w postaci wykresów zmian mierzonej wartości w czasie, z uwagi na zdecydowaną zmianę skali na osi mierzonej wartości utrudniają interpretację. Wyniki uzyskane z miernika nr 10 sugerują

bardzo duże fluktuacje/niepewności wartości rozwarcia zarysowania na przykład w porównaniu z danymi z miernika nr 1, co nie jest prawdą.

5. Nietrafny i utrudniający interpretację wyników dobór kolorów linii odpowiadających danemu modelowi predykcji, zwłaszcza modeli ARX i SVR (ryciny 5.11-5.18, str. 191-195 monografii).
6. Dyskusyjne jest zdanie „*W przypadku metryki RMSE po przekroczeniu progu 30 dni wszystkie modele wydają się bardziej efektywne niż regresja liniowa.*” (str. 193² monografii). W przypadku tej metryki jej wartość jest zawsze większa w przypadku regresji liniowej niż innych modeli. Zdecydowaną zmianę metryki na korzyść metod uczenia maszynowego widać natomiast po 30 dniach dla metryki średniego procentowego błędu prognozy MAPE.
7. Błędnie Habilitant stosuje pojęcie kompozytu: „*Mur jest materiałem kompozytowym ..*” (str. 206¹⁴⁻¹⁵ monografii), „*... wyznaczenie właściwości dla muru jako kompozytu*” (str. 207⁷ monografii). Pojęcie kompozytu nie może być stosowane w każdym przypadku połączenie ze sobą materiałów o odmiennych właściwościach. Pojęcie to ściśle określa definicja kompozytu, choć należy tu podkreślić, że w tym zakresie pojawiają się liczne niekonsekwencje. Najbardziej znaną i najczęściej przytaczaną jest definicją kompozytu jest definicja Broutmana i Krocka¹, choć, między innymi, poważne zastrzeżenia budzi w jej ujęcie pominięcie materiałów naturalnych. Pozostałe wymagania stawiane materiałom definiowanym jako kompozyt również obecnie budzą szereg wątpliwości. Zaliczenie jednak muru jako kompozytu nie ma uzasadnienia w oparciu o znane definicje.

Do pozostałych uwaga należy zaliczyć:

8. Podrozdział 3.3.1. Współczynniki bezpieczeństwa, str. 62 powinien mieć numerację 3.1.1. Uwaga dotyczy również Spisu treści ze str. 7.
9. Str. 148⁸ zamiast „dotransferu” powinno być do transferu.

Podsumowując podjęta w monografii *Monitoring diagnostyczny obiektów historycznych* tematyka, stanowiąca przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe pt. ***Opracowanie autorskiej metody monitoringu diagnostycznego obiektów historycznych***, jest bezsprzecznie aktualną, a sposób rozwiązania postawionego problemu właściwy przy użyciu bardzo zaawansowanych technik i narzędzi do analizy, przetwarzania i wizualizacji danych. Jako osiągnięcia stanowiące znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa, geodezja i transport* należy uznać:

- usystematyzowanie możliwych do wykorzystania podczas monitoringu diagnostycznego metod monitoringu, ze szczególnym zwróceniem uwagi na metody wykorzystujące mierniki bezprzewodowe w technologii IoT, dedykowane obiektom zabytkowych,
- opracowanie na podstawie przeprowadzonych pomiarów oraz analiz danych algorytmu postępowania i metody monitoringu diagnostycznego, opartego o bezprzewodową sieć IoT typu LoRaWAN, dotyczącą obiektów o znaczeniu historycznym, umożliwiających skuteczne zbieranie danych o obiekcie, jak również ich wizualizację i predykcję, a tym samym umożliwiających szybką reakcję związaną z identyfikacją uszkodzeń i podjęcia interwencji naprawczych.

¹ Brautman L.J., Krock R.H., *Composite Materials*, Academic Press, New York 1975.

Drugim zgłoszonym osiągnięciem naukowym Habilitanta jest zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowo-technologiczne pt. *Zaprojektowanie i wdrożenie systemu ciągłego monitoringu diagnostycznego zespołu obiektów historycznych zlokalizowanych w zabudowie śródmiejskiej, wykorzystującego zaawansowaną, bezprzewodową sieć IoT typu LoRaWAN.*

Zrealizowany system monitoringu diagnostycznego wykonano przy udziale firmy SENSOREM.NET. Na realizację zadania składały się dwa etapy: projektowy i wdrożeniowy. Monitoring obejmował cztery obiekty znajdujące się w zabudowie śródmiejskiej miast Nysy (Kościół pw. Wniebowzięcia NMP przy Rynku Solnym w Nysie, Dom Macierzysty Zgromadzenia Sióstr św. Elżbiety przy ulicy Jana III Sobieskiego 7 w Nysie, kamienica przy Rynku 22 w Nysie oraz budynek główny Diecezjalnej Szkoły Podstawowej i Diecezjalnego Liceum Humanistycznego przy ulicy Świętego Piotra 1A w Nysie). Na obiektach zlokalizowano ponad 30 mierników rozwartości rys (szczelinomierzy), mierników wewnętrznej i zewnętrznej temperatury powietrza i jego wilgotności, inklinometrów, akcelerometrów oraz dodatkowo mierników CO₂. Wykonano niezbędną infrastrukturę komunikacyjną systemu: bramę dostępową, znajdującą się w odległości ponad 300 m od budynków, wspomagana dwoma przekaźnikami awaryjnymi, znajdującymi się w dwóch monitorowanych budynkach. System pozwalał na uzyskiwanie danych, między innymi takich jak: zmiany rozwartości zarysowań, zmiany odchylenia od pionu, zmiany temperatury i wilgotności czy występujące wibracje. Wyniki tych pomiarów przesyłane są do serwera w chmurze danych, następnie poddane automatycznej obróbce, predykcji zmian mierzonych wartości i wysyłane do serwisu wizualizacji danych pomiarowych. Mierniki w sposób bezprzewodowy komunikują się z centralną platformą zarządzania wykorzystując sieć Internetu Rzeczy (*Internet of Things, IoT*) typu LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*), dostosowującej prędkość transferu w celu poprawy stabilności połączenia i minimalizacji zużycia energii. Oprócz stabilności sieć LoRaWAN zapewnia odpowiednie mechanizmy bezpieczeństwa i szyfrowania danych w celu ochrony poufności przesyłanych informacji, zabezpiecza przed nieautoryzowanym dostępem osób trzecich. System nie tylko pozwalał na monitorowanie obiektów ale również przewidywanie i wykrywanie ewentualnych problemów na wczesnym etapie, umożliwiając odpowiednią reakcję i zabezpieczając obiekty przed poważnymi uszkodzeniami. System jest skutecznym przykładem ochrony obiektów zrealizowanym i sprawdzonym na grupie rzeczywistych obiektów.

Według dokumentacji (Zał. [04] na nośniku danych) dołączonej do *Wniosku* wkład merytoryczny Habilitanta w zrealizowane osiągnięcie projektowo technologiczne obejmował:

- opracowanie koncepcji systemu monitoringu diagnostycznego zespołu obiektów historycznych zlokalizowanych w zabudowie śródmiejskiej,
- opracowanie modelu badań i pomiarów oraz dobór ich parametrów
- sformułowanie autorskich ścieżek postępowania i algorytmów obliczeniowych służących do oceny bezpieczeństwa konstrukcji obiektów historycznych i ich zespołów,
- opracowanie modelu układu mierników dla systemu monitoringu,
- dostosowanie i parametryzacja algorytmów w odniesieniu do każdego ze zrealizowanych systemów w zespole obiektów,

- przeprowadzenie analizy każdej konstrukcji, w której zrealizowano system w zespole obiektów, pod kątem wyboru miejsc instalacji mierników (Optimal Sensor Placement),
- opracowanie koncepcji układu mierników dla każdego zrealizowanego systemu w zespole obiektów,
- weryfikacja i analiza działania algorytmów obliczeniowych na podstawie rzeczywistych danych pomiarowych pochodzących ze zrealizowanych systemów w zespole obiektów,
- opracowanie projektów systemów dla poszczególnych obiektów i dla całego zespołu obiektów

oraz współpracowanie w zakresie:

- doboru metod badań i pomiarów,
- walidacji algorytmów i modelu układu mierników,
- implementacji algorytmów,
- przeprowadzenie analizy zasięgu bezprzewodowej sieci IoT typu LoRaWAN do każdego obiektu z zespołu, w którym zrealizowano system monitoringu.

Za realizację systemów w zespole obiektów odpowiedzialna była firma SENSOREM.NET.

Z uwagi na oryginalność, użyteczność i skuteczność rozwiązania oraz przyjęte ścieżki postępowania, algorytmy obliczeniowe oraz badawcze wskazane przez Habilitanta osiągnięcie projektowo-technologiczne pt. *Zaprojektowanie i wdrożenie systemu ciągłego monitoringu diagnostycznego zespołu obiektów historycznych zlokalizowanych w zabudowie śródmiejskiej, wykorzystującego zaawansowaną, bezprzewodową sieć IoT typu LoRaWAN* należy uznać za stanowiące znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa, geodezja i transport*.

Trzecim osiągnięciem przedłożonym do oceny przez Habilitanta jest cykl powiązanych tematycznie publikacji pod wspólnym tytułem *Opracowanie metody analizy, naprawy i wzmacniania obiektów historycznych będących w stanie przedawaryjnym lub awaryjnym*, obejmujący następujące pozycje:

1. **Bednarz Ł.**, Bajno D. (2014), *Remains of urban heritage defence structures conservation, monitoring and use*, w: SAHC 2014, 9th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, Mexico City, Mexico, 14–17 October 2014, conference proceedings, red. F. Pena, M. Chávez, s. 1–12. [A1]
2. **Bednarz Ł.J.**, Jasieńko J., Rutkowski M., Nowak T. (2014), *Strengthening and long term monitoring of the structure of an historical church presbytery*, "Engineering Structures" t. 81, s. 62–75. [A2]
Punktacja MNiSW: 40, IF = 1,838.
3. Jasieńko J., Di Tommaso A., **Bednarz Ł.J.**, Casacci S., Raszczuk K.A. (2015), *Comparative analysis of collapsing towers in Poland and Italy different causes, similar problems*, "Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation" nr 43, s. 38–50. [A3]
Punktacja MNiSW: 13.

4. **Bednarz Ł.J.**, Jackiewicz M., Wojciechowska G., Rutkowski M. (2016), *Możliwość aplikacji kompozytów FRCM w żelbetowych obiektach historycznych*, „Materiały Budowlane” nr 11, s. 136–139. [A4]
Punktacja MNiSW: 8.
5. **Bednarz Ł.J.**, Opałka P. (2019), *Construction disaster in a historic building...and what next?*, “Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation” nr 60, s. 122–129. [A5]
Punktacja MNiSW: 100.
6. Bajno D., **Bednarz Ł.J.**, Matkowski Z., Raszczuk K.A. (2020), *Monitoring of thermal and moisture processes in various types of external historical walls*, “Materials” t. 13, nr 3, art. 505, s. 1–16. [A6]
Punktacja MNiSW: 140, IF = 3,623.
7. **Bednarz Ł.J.**, Drygała I.J., Dulińska J.M., Jasieńko J. (2021), *Study of materials behavior in a monumental vault strengthened by a carbon net in a mineral matrix subjected to seismic influence*, “Applied Sciences” t. 11, nr 3, art 1015, s. 1–15. [A7]
Punktacja MEiN: 100, IF = 2,838.
8. **Bednarz Ł.**, Bajno D., Matkowski Z., Skrzypczak I., Leśniak A. (2021), *Elements of pathway for quick and reliable health monitoring of concrete behavior in cable post tensioned concrete girders*, “Materials” t. 14, nr 6, art 1503, s. 1–29. [A8]
Punktacja MEiN: 140, IF = 3,748.
9. Bajno D., Grzybowska A., **Bednarz Ł.J.** (2021), *Old and modern wooden buildings in the context of sustainable development*, “Energies” t. 14, nr 18, art 5975, s. 1–33. [A9]
Punktacja MEiN: 140, IF = 3,252.

W skład cyklu tematycznego 9 prac wchodzi 5 publikacje indeksowanych w bazie Scopus posiadających Impact Factor, opublikowanych w czasopismach: Engineering Structures (1), Materials (2), Applied Sciences (1), Energies (1) oraz dwie publikacje w Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation i jedną w czasopiśmie Materiały Budowlane oraz jedną publikację w materiałach z konferencji międzynarodowej. Sumaryczny Impact Factor publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych wynosi 15,299. Wszystkie z dziesięciu publikacji są współautorskimi Habilitanta. W sześciu publikacjach Habilitant jest podany jako pierwszy autor.

Analiza dołączonych do dokumentacji oświadczeń współautorów, z brakiem przypisania udziału procentowego Habilitanta, utrudnia analizę własnego wkładu Habilitanta i uznania go jako znacznego w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa, geodezja i transport*. Jedynie w dwóch publikacjach [A4] i [A5] można wskazać za duży wkład merytoryczny Habilitanta. W oświadczeniach o udziale merytorycznym w powstaniu publikacji Habilitant występuje jako osoba odpowiedzialna za przygotowanie i wysyłkę publikacji czy komunikację z Wydawnictwem czy Recenzentami. Trudno uznać te czynności za wkład merytoryczny. W najważniejszych merytorycznych etapach powstania publikacji Habilitant występuje jako współtwórca, bez podania szacowanego Jego udziału procentowego. Między innymi, w Autoreferacie

(str. 37) Habilitant wskazuje, że: „*Wkład dodatkowego osiągnięcia naukowego prezentowanego w cyklu powiązanych tematycznie artykułów w rozwój naukowy dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport można przedstawić następująco: – opracowanie oryginalnej metody implementacji metod sztucznej inteligencji (sztucznych sieci neuronowych) do przewidywania rozwoju korozji biologicznej badanych konstrukcji drewnianych.*”. Z oświadczeń współautorów, właściwej temu cytatorowi, publikacji wynika, że część merytoryczna artykułu została opracowana przez trzy osoby, i co znamienne Habilitant w tym składzie osobowym jest na ostatnim miejscu. Podobnie określony został wkład autorski „*Author Contributions*” w publikacji. Wkład Habilitanta w powstanie metody nie jest uściślony. Jednocześnie wszystkie osiągnięcia wynikające z cyklu publikacji Habilitant przedstawia bezosobowo, co również zastanawia nad jego osobistym wkładem.

Biorąc pod uwagę powyższe nie można wskazać, że osiągnięcie zgłoszone przez Habilitanta jako dodatkowe jest Jego indywidualnym osiągnięciem stanowiącym znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa, geodezja i transport*.

Jednakże biorąc pod uwagę łączny pozostały dorobek naukowy Habilitanta, poza zgłoszonymi pierwszymi dwoma Jego osiągnięciami, należy go ocenić bardzo pozytywnie.

Podsumowując: osiągnięcia naukowe:

- pt. *Opracowanie autorskiej metody monitoringu diagnostycznego obiektów historycznych* zawarte w monografii naukowej dr. inż. Łukasza Bednarza pt.: *Monitoring diagnostyczny obiektów historycznych*

oraz

- zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowo-technologiczne pt. *Zaprojektowanie i wdrożenie systemu ciągłego monitoringu diagnostycznego zespołu obiektów historycznych zlokalizowanych w zabudowie śródmiejskiej, wykorzystującego zaawansowaną, bezprzewodową sieć IoT typu LoRaWAN,*

przedłożone przez dr. inż. Łukasza Bednarza oceniam jako stanowiące znaczny Jego wkład w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa, geodezja i transport*.

4. Pozostałe osiągnięcia naukowe i inne informacje dotyczące kariery zawodowej

Na dotychczasowy dorobek dr. inż. Łukasza Bednarz, uzyskany w całym okresie działalności naukowej (przed i po doktoracie) według Załącznika 4 *Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport* składają się:

- autorstwo i współautorstwo dwóch monografii naukowych (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora),
- 16 rozdziałów w monografiach naukowych, w tym 14 po uzyskaniu stopnia doktora,
- 58 artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych (w tym 2 artykuły opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora). 12 publikacji

- w czasopiśmie ujętych w bazie JCR oraz 6 opublikowanych w czasopiśmie międzynarodowych spoza bazy JCR (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora),
- 24 opracowane publikacje w materiałach z krajowych (2) lub międzynarodowych (22) konferencji naukowych i naukowo-technicznych, w tym 23 po uzyskaniu stopnia doktora,
- 26 wystąpień konferencyjnych na konferencjach krajowych i międzynarodowych (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora),

Ponadto dr inż. Łukasz Bednarz:

- dziewięciokrotnie uczestniczył w pracach komitetów organizacyjnych konferencji krajowych i międzynarodowych jako członek komitetu organizacyjnego, w tym jeden raz jako wiceprzewodniczący komitetu organizacyjnego.
- dziesięciokrotnie uczestniczył w pracach komitetów naukowych konferencji krajowych i międzynarodowych, w tym trzykrotnie jako sekretarz naukowy i raz jako współprzewodniczący konferencji,
- dwukrotnie był członkiem międzynarodowego panelu w konferencjach międzynarodowych.
- był członkiem redakcji naukowej 1 monografii,
- jest członkiem międzynarodowego komitetu *International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) Polski Komitet Narodowy*,
- jest członkiem ekspertem międzynarodowego komitetu *Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage (ISCARSAH) ICOMOS*,
- jest członkiem międzynarodowego komitetu *Heritage Documentation (CIPA) ICOMOS*,
- jest redaktorem tematycznym (konstrukcje murowe) czasopisma „Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation”,
- jest członkiem tematycznego panelu doradczego czasopisma „Energies”,
- jest członkiem rady naukowej czasopisma “Problems of Architecture and Urban Planning Today”, Georgian Technical University, Tbilisi, Gruzja, ISSN 2233-3266,
- jest członkiem rady naukowej czasopisma “e-ZBORNIK”, Faculty of Civil Engineering, University of Mostar, Bosnia and Herzegovina, ISSN 2232-9080,
- jest członkiem Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa (PSMB), w latach 2012–2015 był członkiem Zarządu Głównego Stowarzyszenia,
- jest członkiem Stowarzyszenia Konserwatorów Zabytków (SKZ),
- jest członkiem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa (PIIB) oddział w Opolu,
- jest członkiem Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa (PZiTb) Oddział w Opolu,
- czterokrotnie uczestniczył w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych jako kierownik, wykonawca i koordynator zespołu badawczego, w tym:
 1. wykonawca w zrealizowanym w latach 2005-2007 grantie badawczym promotorskim nr GRANT 4 T07E 071 28, pt. *Praca statyczna zabytkowych, zakrzywionych konstrukcji ceglanych poddanych zabiegom naprawy i wzmacniania*,
 2. kierownik i wykonawca w zrealizowanym w latach 2013–2014 grantie na badania naukowe lub prace rozwojowe realizowane na Wydziale

Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej służące rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich, finansowany w wewnętrznym trybie konkursowym (zlecenie wewnętrzne nr B30043 z dnia 11.06.2013), pt. *Efektywność wzmocnienia łuków murowanych z cegły wzmocnianych różnymi materiałami kompozytowymi*,

3. wykonawca i koordynator zespołu badawczego z ramienia Politechniki Wrocławskiej w zrealizowanym w latach 2014–2015 grantie *The Getty Foundation* realizowany wraz z Muzeum Architektury we Wrocławiu w ramach programu „*Keeping it Modern*”, pt. *For the preparation of a conservation management plan for Max Berg’s Centennial Hall in Wrocław*,
4. kierownik i wykonawca w zrealizowanym w 2021 roku „*MiniGrant*” Katedry Konstrukcji Budowlanych Politechniki Wrocławskiej, pt. *Wykorzystanie technologii IoT w monitoringu diagnostycznym obiektów historycznych*,

- wykonał ponad 100 recenzji artykułów dla krajowych i międzynarodowych czasopism naukowych, w większości indeksowanych w bazie JCR, oraz ponad 50 recenzji referatów z krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych i naukowo-technicznych, w tym większości międzynarodowych,
- posiada od 2010 roku uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, nr ewidencyjny: OPL/0650/PWOK/10, nr ewidencyjny izby: OPL/BO/0045/11,
- jest od 2008 roku specjalistą mykologiczno-budowlanym, nr ewidencyjny: 8/Sp/03/08,
- w 2015 roku otrzymał Srebrną Odznakę Honorową PSMB (Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa),

Dr inż. Łukasz Bednarz czynnie współpracował z sektorem społecznym i gospodarczym. Jest autorem lub współautorem ponad 100 wykonanych projektów, ekspertyz, raportów badawczych lub innych opracowań technicznych, pełniąc funkcje: projektanta lub współprojektanta konstrukcji, kierownika budowy, inspektora nadzoru inwestorskiego, eksperta, badacza lub konsultanta. Ważniejsze z nich zostały zestawione w pkt III.5 *Wykaz ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców* (poz. [T1–T54] w Załączniku 4 *Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport*). Dla sektora gospodarczego dr inż. Łukasz Bednarz prowadził liczne wykłady i szkolenia (w Załączniku 4 *Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, Rozdział III. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym*, pkt. 2. *Współpraca z sektorem gospodarczym* wymieniono 23 wykłady i szkolenia).

Podsumowując: bardzo pozytywnie oceniam również pozostały dorobek naukowy dr. inż. Łukasza Bednarza oraz Jego współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym.

5. Aktywność naukowa lub artystyczna realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Zadaniem Habilitanta jest wykazanie się, w oparciu o swój dorobek naukowy, istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni naukowej, instytucji naukowej lub instytucji kultury, 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 nieostrej. 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. Łukasza Bednarza jest wykazana w dorobku aktywność naukowa polegająca na:

- odbyciu stażu naukowego od 1 września 2020 r. do 31 listopada 2020 r. (3 miesiące) na Kiev National University of Construction and Architecture, Kijów, Ukraina. W ramach stażu Habilitant przeprowadził badania naukowe związane z opieką nad obiektami historycznymi polegające na analizie ich pracy statycznej, rekonstrukcji oraz ochronie z wykorzystaniem metod eyetrackingu. Wymiernym efektem stażu są publikacje:
 1. Ałykow K., Napiórkowska-Ałykow M., **Bednarz Ł.J.**, Jasieńko J., Mamedov A., Apostolova-Sossa L., Denysenko N., Zhurauliou A. (2020), *Deflections of vaults as a long-term cause of changing roof structure, as illustrated by the example of Lutheran Border Church in Leśna*, Poland, “Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation” nr 64, s. 106–116.
 2. Krupa M., **Bednarz Ł.J.**, Lisińska-Kuśnierz M., Mamedov A. (2021), *Eye-tracking study of the perception of contemporary works of architecture built in a historic cultural landscape on the example of German cities*, “Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation” t. 66, s. 172–181.
 3. Ivashko Y., Buzin I., Sandu I.G., Kuśnierz-Krupa D., Kobylarczyk J., Dmytrenko A., **Bednarz Ł.J.** (2022), *State-of-the-art technologies of imitation of mural painting from the kyivan rus and baroque periods in the reconstructed St. Michael Golden-Domed Cathedral in Kyiv*, “International Journal of Conservation Science” t. 13, nr 1, s. 147–162.
 4. Ivashko Y., Peng Ch., Yang D., Krupa M., **Bednarz Ł.J.** (2022), *Genesis and functional features of chinese pavilions and chinese experience in the restoration of wooden structures*, “Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation” t. 69, s. 43–56.
- odbyciu stażu naukowego od 25 lipca 2022 r. do 12 sierpnia 2022 r. (18 dni) na Hellenic Mediterranean University, Sitia, Grecja, W ramach stażu Habilitant przeprowadził badania naukowe dotyczące pozyskania i analizy dużych zbiorów

danych generowanych przez mierniki monitorujące konstrukcje historyczne, wykorzystujące innowacyjną technologię IoT. Wymiernym efektem stażu jest publikacja:

1. Opalka P., Solisz I., **Bednarz Ł.J.**, Bajno D., Kuśnierz-Krupa D., Wilk K., Andrianos N. (2023), *Adaptation of reinforced-concrete, postindustrial buildings in terms of thermal retrofitting on the example of a historical water tower*, "Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation" t. 74, s. 100–108.
- odbyciu stażu naukowego od 1 października 2022 r. do 28 lutego 2023 r. (5 miesięcy) na Kiev National University of Construction and Architecture, Kijów, Ukraina. W ramach stażu Habilitant przeprowadził badania naukowe związane ze wzmacnianiem, monitorowaniem i diagnostyką konstrukcji obiektów zabytkowych z wykorzystaniem nowych technologii i urządzeń pomiarowych (np. skanery 3D, mierniki działające w innowacyjnej technologii IoT). Jak podał Habilitant w dokumentacji publikacje związane ze współpracą w ramach tego stażu były w trakcie procesu wydawniczego.

Dodatkowo Habilitant jest współautorem publikacji realizowanych w ramach współpracy z: Politechniką Krakowską, Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie, Politechniką Śląską, Politechniką Rzeszowską, Politechniką Bydgoską, Państwową Akademią Nauk Stosowanych w Nysie, Uniwersytetem Northumbria w Newcastle (Wielka Brytania), Uniwersytetem w Padwie (Włochy), Uniwersytetem w Bolonii (Włochy), Uniwersytetem w Perugii (Włochy), Uniwersytetem w Splicie (Chorwacja), Uniwersytetem w Mostarze (Bośnia i Hercegowina), Gruzjińskim Uniwersytetem Technicznym w Tbilisi (Gruzja), Uniwersytetem Hellenic Mediterranean na Krecie (Grecja), Narodowym Uniwersytetem Budowlano-Architektonicznym w Kijowie (Ukraina),

jak również:

- w latach 2013–2014 dr inż. Łukasz Bednarz brał udział w pracach powołanego przez Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego polskiego zespołu naukowego do spraw odbudowy historycznej zabudowy miasta Christchurch w Nowej Zelandii. Habilitant w ramach prac wraz Międzyuczelnianym Instytutem Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki (MiK) prowadził, od 23 listopada do 4 grudnia 2013 r., prace badawcze dotyczące ratowania, odbudowy i konserwacji zabytkowych obiektów budowlanych i pomników związanych z uszkodzeniami powstałymi po trzęsieniach ziemi w latach 2010 i 2011. Efekty prac zostały zaprezentowane w:
1. **Bednarz Ł.J.**, Opalka P., Górski A., Wojciechowska G. (2019), *Analysis of the condition of damaged vaults after a construction disaster in a historic church*, "Key Engineering Materials" t. 817, s. 613–620.
 2. **Bednarz Ł.J.**, Koss A., Jasieńko J., *Zastosowanie kompozytów węglowych podczas odbudowy Teatru Royal w Christchurch w Nowej Zelandii*, w: Integracja sztuk wszelkich w XXI wieku: architektura

teatru, red. nauk. G. Rzepecki, Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz 2018.

- Habilitant brał czynny udział, w okresie od 14 lipca 2020 r. do 7 lipca 2021 r., jako członek międzyuczelnianej Grupy Eksperckiej powołanej przez Politechnikę Krakowską do prac w Komisji interdyscyplinarnej w sprawie remontu historycznego wiaduktu kolejowego w Krakowie.
- Dr inż. Łukasz Bednarz uczestniczył pracach badawczych, powołanego przez Departament Ochrony Zabytków Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego, zespołu naukowego do spraw opracowania rekomendacji hydrologicznych w postępowaniach przy inwestycjach na terenach podlegających ochronie konserwatorskiej (od listopada 2021 r. do marca 2022 r.). Efektem prac jest monografia:
 1. Bogdanowska M., Czop M., Kuśnierz-Krupa D., Poleski J., Bojęś-Białasik A., **Bednarz Ł.J.**, Bobek W., Paruch R., *Ocena i profilaktyka zagrożeń hydrologicznych dla obiektów oraz zespołów zabytkowych w aspekcie ograniczania negatywnego wpływu zmian klimatycznych i antropopresji*, Narodowy Instytut Dziedzictwa, Warszawa 2023.

Bilans szerokiej współpracy Habilitanta to współautorstwo:

- 31 artykułów naukowych (w tym 8 w czasopismach z listy JCR),
- 25 referatów prezentowanych na konferencjach,
- 1 monografii naukowej,
- 6 rozdziałów w monografiach naukowych

oraz

- 3 zagraniczne staże naukowe (18 dni, 3 i 5 miesięcy),

jak również:

- współorganizacja 7 krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych i naukowo technicznych,
- współredakcja monografii z materiałów konferencyjnych z 1 międzynarodowej konferencji naukowej,
- wygłoszenie za granicą czterech wykładów i trzyczęściowego cyklu wykładów na zaproszenie.

Podsumowując: biorąc pod uwagę powyższe, aktywność naukową dr. inż. Łukasza Bednarza realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej, uznaję za istotną i oceniam ją bardzo pozytywnie.

6. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzująca naukę

Habilitant prowadzi działalność dydaktyczną na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego oraz na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej, uprzednio również na ZOD w Jeleniej Górze i Wałbrzychu z przedmiotów: Awarie i naprawy obiektów budownictwa ogólnego, Materiały budowlane, Technologia betonów i zapraw, Technologie informacyjne, Trwałość i ochrona budowli, Naprawa, wzmacnianie i konserwacja konstrukcji historycznych oraz w języku angielskim z przedmiotów: Conservation and strengthening of monumental heritage structure i Timber structure. Wypromował 9 prac inżynierskich oraz 47 prac magisterskich, w tym 9 w języku angielskim. Prace Jego promotorstwa były nagradzane:

- 2. miejsce w konkursie prac magisterskich w 2011 roku Oddziału Wrocławskiego PZiTb na najlepszą pracę dyplomową wykonaną na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej w roku 2011.
- nagrodą Przewodniczącego Dolnośląskiej Izby Inżynierów Budownictwa w konkursie na najlepsze prace dyplomowe na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej „Constructor Temporis Futuri”, organizowanym pod patronatem Dziekana Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej (2011).
- nagrodą Przewodniczącego Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w konkursie na najlepsze prace dyplomowe na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej „Constructor Temporis Futuri”, organizowanym pod patronatem Dziekana Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej (2022)

W latach 2016–2017 dr inż. Łukasz Bednarz sprawował funkcję opiekuna indywidualnego projektu programu Erasmus + oraz trzykrotnie uczestniczył w ramach programu EU Erasmus + “Staff Mobility For Training”: 17–21 stycznia 2022 r., Galway, Irlandia; 25 lipca–12 sierpnia 2022 r., Sitia, Grecja i 10–14 lipca 2023 r., Tbilisi, Gruzja,

Działalność dydaktyczna, organizacyjna oraz popularyzująca naukę dr inż. Łukasza Bednarza przejawiała się także w:

- uczestnictwie w latach 2016-2018 i 2022 w Festiwalu Nauki organizowanym na terenie Dolnego Śląska przez wyższe uczelnie Wrocławia, instytuty Polskiej Akademii Nauk oraz środowiska pozauczelnianego, a w 2023 roku również prowadząc w ramach tego Festiwalu wykładów i warsztatów,
- czynne uczestnictwo w formie wykładu w dniu otwartym Filii Politechniki Wrocławskiej w Wałbrzychu (22 kwietnia 2022 roku).

Za swoją działalność dydaktyczną, organizacyjną oraz popularyzującą naukę dr inż. Łukasz Bednarz otrzymał:

- w roku 2020 oraz 2022 nagrodę Rektora Politechniki Wrocławskiej w uznaniu wyróżniającego się wkładu w działalność uczelni,
- w 2011 roku otrzymał nagrodę Oddziału Wrocławskiego PZiTb (Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa) dla opiekuna pracy dyplomowej

- nagrodzonej w konkursie na najlepszą pracę dyplomową wykonaną na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej w roku 2011,
- w 2015 roku otrzymał Srebrną Odznakę Honorową PSMB (Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa).

Podsumowując: działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzującą naukę dr. inż. Łukasza Bednarza oceniam pozytywnie.

7. Informacje naukometryczne

Sumaryczny Impact Factor publikacji Habilitanta na dzień 15 września 2023 roku, zgodnie z rokiem opublikowania artykułów, wynosi 31,278.

Indeks Hirsha na podstawie wykazu Habilitanta na dzień 15 września 2023 roku wynosi

- według bazy Scopus 8, w tym 7 bez autocytowań,
- według bazy Web of Science 8.

Liczba cytowań na podstawie wykazu Habilitanta na dzień 15 września 2023 roku wynosi:

- według bazy Scopus 202 cytowania, w tym 147 bez autocytowań,
- według bazy Web of Science 171 cytowania, w tym 140 bez autocytowań.

8. Ocena końcowa

Biorąc po uwagę przedstawioną powyżej szczegółową ocenę dorobku naukowego dr. inż. Łukasza Bednarza stwierdzam, że wskazane we wniosku osiągnięcia naukowe:

- pt. *Opracowanie autorskiej metody monitoringu diagnostycznego obiektów historycznych* zawarte w monografii naukowej dr. inż. Łukasza Bednarza pt.: *Monitoring diagnostyczny obiektów historycznych*

oraz

- zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowo-technologiczne pt. *Zaprojektowanie i wdrożenie systemu ciągłego monitoringu diagnostycznego zespołu obiektów historycznych zlokalizowanych w zabudowie średniejskiej, wykorzystującego zaawansowaną, bezprzewodową sieć IoT typu LoRaWAN,*

stanowią oryginalny i znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej *inżynieria lądowa, geodezja i transport.*

Pozytywnie oceniam aktywność naukową Habilitanta realizowaną w innych ośrodkach naukowych, jak również pozostały dorobek Habilitanta oraz Jego działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzującą naukę.

Reasumując stwierdzam, że dr inż. Łukasz Bednarz w pełni 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 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

Popieram wniosek o nadanie Panu dr. inż. Łukaszowi Bednarzowi stopnia doktora
habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *inżynieria lądowa,
geodezja i transport*.

Mariusz Korciak