

Recenzja spełnia warunki formalne 16.01.2024



Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny
w Szczecinie
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
KATEDRA INŻYNIERII BUDOWLANEJ I KOMUNIKACYJNEJ



Recenzent:

Dr hab. inż. Paweł Mieczkowski, prof. ZUT
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie
Aleja Piastów 50A
70-311 Szczecin
E-mail: pawel.mieczkowski@zut.edu.pl

Szczecin, 10 styczeń 2024 r.

WPŁYNEŁO - WBLIW

16 -01- 2024

16.01.2024

Adresat recenzji:

Rada Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Politechnika Wrocławska
Ul. Wybrzeża Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

RECENZJA

OSIĄGNIĘĆ I DOROBKU NAUKOWEGO

dr. inż. Mieszka Jarosława Kużawy

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

1. Podstawy opracowania recenzji

Podstawą formalną do wykonania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Wrocławskiej prof. dr hab. inż. Wojciecha Puły z dnia 24.10.2023 r. (nr pisma: W2/1314/2023), w związku z wyznaczeniem mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr. inż. Mieszka Kużawy przez Radę Doskonałości Naukowej w Warszawie i powołaniem na Członka Komisji Habilitacyjnej (w roli recenzenta) przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Wrocławskiej uchwałą nr 376/62/RDND06/2021-2024 z dnia 18 października 2023 r.

Podstawę prawną opracowania recenzji stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022, z późn. zm.).

Podstawę merytoryczną opracowania recenzji stanowi dostarczony komplet dokumentów, przygotowany przez Kandydata, zawierający:

- wniosek dr. inż. Mieszka Kużawy z dnia 5 czerwca 2023 r. o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport,

- dane wnioskodawcy – załącznik nr 1,
- poświadczona kopia dyplomu doktora nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo – załącznik nr 2,
- autoreferat (załącznik nr 3), zawierający opis dorobku i osiągnięć naukowych oraz informacji na temat istotnej aktywności naukowej i osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzacyjnych,
- wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład wnioskodawcy w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport (załącznik nr 4),
- egzemplarz monografii wchodzącej w zakres osiągnięcia naukowego pt. „Monitoring sensoryczny obiektów mostowych w trakcie ich eksploatacji” (załącznik 5),
- wersja elektroniczna wniosku wraz z załącznikami.

W dniu 19.12.2023 r. przesłano drogą mailową dodatkowe dwa dokumenty (na wniosek prof. Piotra Górskiego) odnoszące się do osiągnięcia projektowo-technologicznego pt.: „Zaprojektowanie i wdrożenie systemu ciągłego monitoringu sensorycznego mostu nad Odrą w Kędzierzynie-Koźlu w warunkach eksploatacyjnych z zastosowaniem światłowodowych technik pomiarowych”. W skład dokumentów weszły opracowania pod nazwą:

- Projekt systemu do długotrwałej obserwacji przęseł mostu nad rzeką Odrą w ciągu drogi krajowej nr 40b w km 3+144 w miejscowości Kędzierzyn-Koźle,
- Wdrożenie docelowego elektronicznego układu pomiarowego do długotrwałej obserwacji mostu nad rz. Odrą w ciągu drogi krajowej nr 40b w km 3+144 w miejscowości Kędzierzyn-Koźle.

2. Charakterystyka sylwetki naukowej Kandydata

Dr inż. Mieszko Kużawa ukończył studia na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej w październiku 2009 r. uzyskując tytuł magistra inżyniera budownictwa w specjalności: konstrukcje budowlane i inżynierskie.

W 2013 r. dr inż. Mieszko Kużawa uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo, który został nadany przez Radę Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej na podstawie obronionej (z wyróżnieniem) rozprawy doktorskiej pt. „Nośność graniczna przy ścinaniu blachownicowych dźwigarów mostowych z uwzględnieniem wpływu uszkodzeń”. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Jan Bień, recenzentami: prof. dr hab. inż. Jan Biliszczuk z Politechniki Wrocławskiej i prof. dr hab. inż. Henryk Zobel z Politechniki Warszawskiej.

W latach 2009-2012 Habilitant był zatrudniony w Instytucie Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej na 1/2 etatu, najpierw na stanowisku starszego referenta administracyjnego do przygotowania i przeprowadzenia Międzynarodowej Konferencji EVACES 2009, następnie na stanowisku asystenta przy realizacji projektu badawczego „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju”.

Od października 2012 r. do chwili obecnej Habilitant jest zatrudniony na pełen etat na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej (obecnie w Katedrze Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk), najpierw na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego, a następnie (od 2014 r.) na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego.

W okresie pracy na Politechnice Wrocławskiej Pan dr inż. Mieszko Kużawa brał czynny udział w:

- opracowaniu publikacji naukowych do czasopism krajowych i międzynarodowych,
- pozyskiwaniu i realizacji krajowych i międzynarodowych projektów naukowo-badawczych,

- nadzorze nad realizacją i opracowywaniu wyników prac naukowo-badawczych oraz wdrożeniowo-usługowych na potrzeby przemysłu,
- pracach krajowych i międzynarodowych instytucji naukowych (Polska Akademia Nauk – członek Komisji Budownictwa i Mechaniki, International Federation for Structural Concrete – członek sekcji TG 3.3, International Association for Bridge and Structural Engineering IABSE – członek sekcji TG 5.3);
- pracach zespołów eksperckich opracowujących wytyczne i zalecenia,
- organizacji Pracowni Monitoringu Konstrukcji Inżynierskich, która jest częścią Laboratorium Badań Nano- i Mikrostruktur Materiałów Kompozytowych i Konstrukcji Inżynierskich jako jej inicjator;
- recenzowaniu artykułów publikowanych w międzynarodowych czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports oraz w czasopismach o zasięgu krajowym.

Prace badawczo-rozwojowe powiązane z szeroko rozumianą diagnostyką i oceną konstrukcji mostowych Habilitant prowadził od 2015 r. W ramach tego przeprowadził badania doświadczalne na 21 obiektach mostowych w warunkach normalnej eksploatacji.

Habilitant przed doktoratem opublikował 5 artykułów w czasopismach naukowych, 15 artykułów w recenzowanych materiałach konferencyjnych oraz 15 raportów z prac naukowo-badawczych.

Dorobek publikacyjny Habilitanta po doktoracie obejmuje:

- 1 monografię naukową (autorską) stanowiącą osiągnięcie naukowe,
- 12 artykułów w czasopismach znajdujących się w wykazach ministerialnych (w tym 1 autorski, w 4 jako główny autor, 6 z Listy Filadelfijskiej z czego 3 z Impact Factor), mianowicie:
 - 2 w *Archives of Civil and Mechanical Engineering* (2015, 2023),
 - 3 w *Studia Geotechnica et Mechanica* (2015, 2020, 2022),
 - 1 w *Structural Concrete* (2020),
 - 2 w *Inżynieria i Budownictwo* (2022, 2022),
 - 1 w *Przegląd Komunikacyjny* (2021),
 - 1 w *Mosty* (2021),
 - 2 w *Materiały budowlane* (2015, 2015);
- 5 artykułów w j. angielskim w recenzowanych materiałach z konferencji (1 jako główny autor),
- 3 artykuły w j. polskim w recenzowanych materiałach z konferencji (jako współautor),
- 17 raportów z prac naukowo-badawczych.

Dane naukometryczne przedstawione przez Habilitanta w Załączniku nr 4:

- liczba cytowań

Według bazy <i>Web of Science Core Collection</i> – Autor Search	77
Według bazy <i>Web of Science Core Collection</i> – Autor Search (bez autocytoowań)	52
Według bazy <i>Scopus</i> – Autor Search	94
Według bazy <i>Scopus</i> – Autor Search bez autocytoowań	66

- h-indeks (indeks Hirscha)

Według bazy <i>Web of Science Core Collection</i>	6
Według bazy <i>Scopus</i>	6
Według bazy <i>ResearchGate</i>	5

Dane naukometryczne Habilitanta na dzień 9.01.2024 r. przedstawiają się następująco:

– liczba cytowań

Według bazy <i>Web of Science Core Collection</i> – Autor Search	84
Według bazy <i>Web of Science Core Collection</i> – Autor Search (bez autocytowań)	59
Według bazy <i>Scopus</i> – Autor Search	104
Według bazy <i>Scopus</i> – Autor Search bez autocytowań	75

– h-indeks (indeks Hirscha)

Według bazy <i>Web of Science Core Collection</i> – Autor Search	6
Według bazy <i>Scopus</i> – Autor Search	6
Według bazy <i>Scopus</i> – Autor Search bez autocytowań	4

Habilitant (w okresie po doktoracie) wziął udział w 8 konferencjach, z czego na 7 wygłosił referat (w tym na 5 w j. angielskim), na 1 konferencji wykład w j. polskim. Na szczególną uwagę zasługują referaty wygłoszone na konferencjach w Grecji (2015), Brazylii (2016), USA – Kanadzie (2017), Australii (2018) i Czechach (2018).

Brał czynny udział w realizacji 6 grantów przed doktoratem i 5 grantów po doktoracie, w tym w 1 międzynarodowym, w 2 krajowych i 2 indywidualnych o zasięgu lokalny.

Pełnił funkcje członka w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowej (Wrocław 2022) oraz międzynarodowych (San Diego – 2017, Nanjing – 2019, Tokyo – 2021 oraz Milan – 2023).

Pan dr inż. Mieszko Kużawa odbył dwa staże naukowe, pierwszy w Beijing Jiaotong University (Pekin, 27.07-5.08.2015 r.), drugi w Politechnice Czeskiej w Pradze (26-31.10.2018 r.). Po doktoracie wykonał 14 recenzji do czasopism o międzynarodowym zasięgu, brał również czynny udział w realizacji projektu dofinansowanego ze środków EFRR „Kompleks GEO-3M – Energia Ekologia Edukacja”.

3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

We wniosku, swoje osiągnięcia naukowe w zakresie diagnostyki i oceny stanu obiektów mostowych, stanowiące indywidualny, oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, Habilitant podzielił na trzy części.

Pierwszą jest główne osiągnięcie naukowe, zatytułowane „Opracowanie kompleksowej metodyki monitorowania obiektów mostowych w warunkach eksploatacyjnych za pomocą elektronicznych systemów pomiarowych”, opublikowane w formie monografii naukowej pt. „Monitoring sensoryczny obiektów mostowych w trakcie ich eksploatacji”, wydane przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej w 2022 r.

W zakres drugiej części weszło osiągnięcie projektowo-technologiczne, tj. „Zaprojektowanie i wdrożenie systemu ciągłego monitoringu sensorycznego mostu nad Odrą w Kędzierzynie-Koźlu w warunkach eksploatacyjnych z zastosowaniem światłowodowych technik pomiarowych”, natomiast trzecia część (nazwana przez Habilitanta „dodatkowym osiągnięciem naukowym”) stanowi „Opracowanie i implementacja procedur diagnostycznych obiektów mostowych z uszkodzeniami, z wykorzystaniem wyników doraźnych badań odpowiedzi konstrukcji na oddziaływanie eksploatacyjne, w zakresie:

- wspomaganie identyfikacji uszkodzeń i warunków pracy uszkodzonej konstrukcji oraz określenia jej kondycji i warunków jej dalszej eksploatacji,
- oceny poziomu zaawansowania procesów zmęczeniowych w starych mostach stalowych i prognozowania ich trwałości”.

3.1. Ocena głównego osiągnięcia naukowego

Monografia naukowa pt. *Monitoring sensoryczny obiektów mostowych w trakcie ich eksploatacji*”, opublikowana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej w 2022 r., została przedstawiona na 461 stronach. Recenzentami wydawniczymi byli prof. dr hab. inż. Wojciech Radomski oraz prof. dr hab. inż. Henryk Zobel. Monografia składa się z dziesięciu rozdziałów, wykazu terminów i pojęć, wykazu ważniejszych oznaczeń oraz części bibliograficznej.

W *rozdziale 1* (Wprowadzenie) zdefiniowano strategię monitorowania stanu obiektów mostowych ze szczególnym uwzględnieniem monitoringu sensorycznego konstrukcji mostowych, służącego do szacowania kondycji i warunków pracy obiektu w warunkach, które nie mogą być osiągnięte jedynie w drodze przeglądów. Głównym celem monografii było stworzenie jednolitej, kompleksowej metodyki monitorowania obiektów mostowych w warunkach eksploatacyjnych. Zdaniem Habilitanta można do tego wykorzystywać elektroniczne systemy kontrolno-pomiarowe, umożliwiające określenie odpowiedzi fizycznej i/lub chemicznej konstrukcji na różnego rodzaju oddziaływania. Dodatkowym zagadnieniem składającym się na cel była analiza pracy obiektów mostowych, uwzględniająca ocenę warunków ich bezpiecznej eksploatacji oraz kondycji, jak również prognozowania niekorzystnych zjawisk w konstrukcji.

Realizacja postawionych celów wymagała:

- wprowadzenia ujednoliconej terminologii stosowanej w badaniach monitorujących i analizach obiektów mostowych,
- zdefiniowania narzędzi do teoretycznych analiz obiektów oraz procedur badawczych, metod pomiarowych i algorytmów do przetwarzania danych, przydatnych w monitoringu sensorycznym;
- opracowania autorskiej metodyki monitorowania obiektów mostowych poddawanych oddziaływaniom eksploatacyjnym, uwzględniającej etap projektowania, wdrożenia, eksploatacji monitoringu oraz przetwarzania i analizy wyników pomiarów do oceny stanu technicznego obiektu;
- implementacji opracowanej metodyki monitoringu w strategii długookresowej i krótkookresowej na przykładzie mostu sprężonego i mostu o konstrukcji zespolonej.

Rozdział 2 zawiera informacje na temat systemów monitoringu sensorycznego obiektów mostowych. Wyróżniono cztery główne kategorie oparte na monitorowaniu oddziaływań (ang. actions monitoring systems), monitorowaniu pracy obiektu (ang. performance monitoring systems), monitorowaniu kondycji obiektu (ang. structural health monitoring systems) oraz kompleksowym systemie monitoringu (ang. complex device-based monitoring systems). Dodatkowo opisano wybrane systemy monitorowania zainstalowane na dużych obiektach mostowych w Polsce, wraz ze wskazówkami odnośnie obszarów w tych systemach wymagających poprawy

Rozdział 3 poświęcono podstawom teoretycznym metody elementów skończonych (MES) wraz z zaleceniami odnośnie modelowania i analizy dyskretnych modeli MES na potrzeby monitorowania

konstrukcji mostowych. Jest to element niezbędny przy wdrażaniu systemów monitoringu sensorycznego, potrzebny do zamodelowania konstrukcji, co pozwala na przeprowadzenie symulacji i uzyskanie odpowiedzi modelu na oddziaływania mające istotny wpływ na wielkości mierzone podczas badań. Najczęściej, zdaniem Habilitanta, analizy MES w procesie monitorowania obiektów mostowych wykonuje się w oparciu o liniową analizę statyczną, liniową analizę modalną z uwzględnieniem tłumienia oraz liniową analizę czasową drgań wymuszonych.

W *rozdziale 4* omówiono badania doświadczalne obiektów mostowych pod obciążeniami, stanowiące element konieczny w monitoringu ich stanu. Polegają one na pomiarze i analizie odpowiedzi fizycznej i/lub chemicznej konstrukcji na różnego rodzaju oddziaływania, mogące wywołać w konstrukcji przemieszczenia, odkształcenia, siły wewnętrzne, przyspieszenie drgań czy efekty związane z uwolnieniem energii odkształcenia w momencie powstawania uszkodzeń. Wyniki dają możliwość kompleksowej oceny pracy całego obiektu lub jego elementów składowych. Techniki pomiarowe podzielone zostały ze względu na:

- fazę istnienia konstrukcji i sposób prowadzenia badań,
- charakter oddziaływań i związaną z tym reakcją konstrukcji,
- rodzaj oddziaływań,
- sposób wykorzystania wyników badań.

W dalszej części rozdziału omówiono szczegółowo badania monitorujące obiekty mostowe ze względu na charakter oddziaływań (statyczne i dynamiczne) przy uwzględnieniu ich prowadzenia w warunkach użytkowania obiektów.

Aparatura i techniki prowadzenia pomiarów z wykorzystaniem specjalistycznych systemów obejmujących monitoring obiektów mostowych zostały zaprezentowane w *rozdziale 5* monografii. Służą one do wykonywania pomiarów, przetwarzania danych, ich wizualizacji i archiwizacji. System składa się najczęściej z pięciu grup elementów, tj. czujników pomiarowych, urządzeń pomiarowych do odczytu i przekształcenia sygnału, transponderów danych, lokalnej stacji roboczej oraz specjalistycznego oprogramowania.

W monitorowaniu obiektów mostowych mierzone są sygnały reprezentujące energię mechaniczną (ruch i zmiana położenia obiektu), energię termiczną (zmiany temperatury obiektu), energię elektryczną, magnetyczną i promieniowania. Wykorzystuje się w tym celu zróżnicowane techniki pomiarowe (elektrochemiczne, elektryczne indukcyjne, elektryczne pojemnościowe i rezystancyjne, emisji akustycznej, hydrauliczne, geodezyjne, laserowe, mechaniczno-elektryczne, mikroelektromechaniczne, piezoelektryczne, radarowe, rejestracji i przetwarzania obrazu, satelitarne, światłowodowe, termoelektryczne, termowizyjne i ultradźwiękowe). Służą one do pomiarów wybranych wielkości jak również do analizy wyników badań. Habilitant podjął się oceny przydatności dostępnych obecnie rozwiązań technicznych, które mogą być stosowane w monitoringu sensorycznym obiektów, tj.:

- do monitorowania reakcji obiektu na oddziaływania przez systemowy pomiar wielkości fizycznych (przemieszczeń liniowych i kątowych, odkształceń, prędkości i przyspieszeń drgań, sił, rozwoju zarysowań);
- do monitorowania środowiska pracy konstrukcji (obciążenia ruchome, warunki środowiskowe, wielkości chemiczne związane z procesami degradacji).

Ocena przydatności poszczególnych rozwiązań technicznych dotyczyła doraźnych badań diagnostycznych odpowiedzi statycznej i dynamicznej obiektów mostowych (w badaniach

statycznych i dynamicznych), jak również badań monitorujących, prowadzonych w warunkach eksploatacyjnych.

Rozdział 6 poświęcono rejestracji, przetwarzaniu i weryfikacji danych pomiarowych. Habilitant zaproponował autorski sposób przetwarzania danych pomiarowych, składający się z trzech etapów:

- przetwarzanie wstępne (polegające na „oczyszczaniu” sygnału poprzez jego filtrowanie w dziedzinie czasu, usuwanie trendów oraz składników stałych sygnału, usuwaniu zakłóceń i szumu, całkowaniu i różniczkowaniu w dziedzinie czasu i redukcji danych pomiarowych),
- przetwarzanie podstawowe (wykorzystuje się algorytmy estymacji sygnału w dziedzinie czasu, częstotliwości i czasu-częstotliwości w celu ekstrakcji cech odpowiedzi konstrukcji i warunków jej eksploatacji),
- przetwarzanie zaawansowane (polegające na przekształceniu danych w wiedzę dziedzinową o konstrukcji i jej środowisku pracy z wykorzystaniem modeli teoretycznych opartych na parametrach opisujących cechy oddziaływań, cechy konstrukcji oraz procesy degradacji i uszkodzeń konstrukcji).

W rozdz. 6 znalazły się również metody weryfikacji danych pomiarowych uzyskiwanych w procesach monitorowania obiektów mostowych

Treść rozdziału 7 dotyczy metodyki i etapów monitorowania obiektów mostowych w warunkach eksploatacji. Habilitant zaproponował autorską metodykę, składającą się z etapu planowania, projektowania i użytkowania.

Etap planowania poświęcony jest analizie problemu, występującym ograniczeniom na etapie projektowania, realizacji i użytkowania systemu, jego funkcjonalności oraz strategii prowadzenia badań monitorujących.

Część dotycząca projektowania uwzględnia analizę konstrukcji, strukturę systemu (rodzaj mierzonych wielkości) oraz szczegółowy projekt systemu monitorowania.

Ostatni etap (użytkowanie systemu) obejmuje jego instalację, testy sprawdzające, eksploatację, utrzymanie oraz modyfikację systemu i/lub teoretycznego modelu obiektu mostowego.

Autor przedstawił dwie strategie prowadzenia monitoringu sensorycznego obiektów mostowych, tj.:

- krótkoterminowy monitoring, polegający na cyklicznych, krótkookresowych badaniach odpowiedzi dynamicznej konstrukcji z uwzględnieniem innych wpływów (np. środowiska);
- długoterminowy monitoring, bazujący na odpowiedzi fizycznej (statycznej i dynamicznej) i/lub chemicznej konstrukcji na skutek obciążeń użytkowych i oddziaływań środowiska.

Habilitant na potrzebę opracowania strategii krótkookresowych przeprowadził badania na 21 obiektach mostowych w warunkach normalnej eksploatacji, z uwzględnieniem obiektów o znaczeniu historycznym i o największych w kraju rozpiętościach przęsła. W przypadku strategii długoterminowej opracował i wdrożył na potrzeby GDDKiA pierwszy w Polsce system monitoringu mostu, w którym do pomiarów wielkości fizycznych wykorzystane zostały światłowodowe techniki FBG (ang. fiber bragg grating).

Rozdział 8 poświęcono szczegółowemu omówieniu długoterminowych badań monitorujących (metodyce), które powinny być prowadzone na dużych obiektach mostowych o znacznych rozpiętościach przęsła i/lub innowacyjnych rozwiązaniach konstrukcyjnych, materiałowych i technologicznych, szczególnie w sytuacji, gdy tego rodzaju obiekty wykazują dodatkowo uszkodzenia obniżające ich przydatność do użytkowania. Opracowana metodyka składająca się z dwóch etapów (ocena kondycji obiektu, podstawowe działania) została wdrożona na moście przez Odrę w

7 | S t r o n a

Kędzierzynie Koźlu. Jest to konstrukcja belkowa, wykonana z betonu sprężonego w układzie statycznym wieloprzęsłowym, ciągłym. Najdłuższe przęsło (środkowe) ma rozpiętość 140 m. W betonie przęseł rozpatrywanego obiektu są istotne uszkodzenia w postaci narastających w czasie zarysowań. Wdrożony w kwietniu 2019 r. pilotażowy system monitorujący jest pierwszym w Polsce systemem do długoterminowej obserwacji. Jednym z jego elementów są zastosowane po raz pierwszy w kraju światłowodowe techniki pomiarowe FBG.

Krótkoterminowe badania monitorujące stan obiektów mostowych stanowią treść rozdziału 9. Zdaniem Habilitanta powinny one być wykorzystywane do oceny istniejących obiektów mostowych z uszkodzeniami, których skutkiem jest ograniczenie przydatności całego obiektu do użytkowania. Opracowana autorska metodyka obejmuje szereg działań, począwszy od analizy problemu i dokumentacji, poprzez opracowanie modeli numerycznych obiektu i programu badań oraz ich przeprowadzenie, po część podsumowującą, składającą się z oceny warunków pracy uszkodzonej konstrukcji i ich bezpiecznej eksploatacji, wykonaniu badań kontrolnych, oceny warunków pracy po wykonaniu zabiegów remontowych oraz zaleceń w zakresie utrzymania i eksploatacji obiektu mostowego.

Wdrożenie tej metodyki opisano na przykładzie mostu z przęsłami zaprojektowanymi jako zespolone (stalowo-betonowe) z uszkodzeniami w postaci nadmiernych, trwałych ugięć przęseł, przekraczających 10 cm. Schemat statyczny dźwigarów głównych mostu jest belkowy, 7-przęsłowy, z pozornym uciążleniem konstrukcji w przekrojach podporowych za pomocą cienkiej płyty żelbetowej.

Rozdział 10 stanowi podsumowanie i kierunki dalszych badań. Habilitant wskazał, że monografia stanowiąca główne osiągnięcie naukowe jest pierwszym w Polsce kompleksowym opracowaniem na temat monitoringu sensorycznego obiektów mostowych. Obok części przeglądowej zostały przedstawione autorskie procedury monitoringu sensorycznego (krótko- i długoterminowe), które z powodzeniem zostały wdrożone na obiektach mostowych w Polsce.

Zaproponowana w monografii metodyka diagnostyki oraz przedstawione rozwiązania mogą stanowić podstawę dalszych badań w dziedzinie elektronicznych systemów monitoringu sensorycznego. Powinny one jednak być doprecyzowane ze względu na rodzaj konstrukcji (stalowe, z betonu sprężonego, ciągnowe) czy też rozwój algorytmów przetwarzania, analizy i interpretacji danych pomiarowych. Habilitant zwrócił również uwagę na kierunki rozwoju technik pomiarowych i komputerowych, które mogą z powodzeniem zostać w przyszłości wykorzystane w monitoringu obiektów mostowych, np. światłowodowe technologie pomiarowe DFOS (ang. distributed fiber optic sensors), techniki rejestracji i przetwarzania obrazów, narzędzia rzeczywistości wirtualnej, integracja systemów monitoringu z systemami sterującymi parametrami konstrukcji czy też stosowanie systemów monitoringu w całym okresie użytkowania obiektu.

Problem naukowy podjęty w monografii dotyczy monitorowania stanu obiektów mostowych w warunkach ich eksploatacji z wykorzystaniem elektronicznych systemów pomiarowych. Habilitant podszedł do rozwiązania problemu kompleksowo, począwszy od przeglądu literatury w zakresie badań monitorujących oraz narzędzi wykorzystywanych w pomiarach i teoretycznych analizach obiektów mostowych, kończąc na opracowaniu metodyk monitorowania i ich wdrożeniu w skali technicznej na obiektach mostowych. Jako Jego indywidualny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport można zakwalifikować:

- standaryzację terminologii związanej z badaniami monitorującymi obiektów mostowych oraz oceną ich stanu,

- szeroko rozumianą ocenę narzędzi wykorzystywanych do teoretycznych analiz obiektów mostowych, procedur badawczych, technologii i narzędzi pomiarowych, jak również algorytmów przetwarzania danych i ich analizy przydatnych w monitoringu sensorycznym konstrukcji mostowych
- opracowanie autorskiej metodyki monitorowania obiektów mostowych poddanych oddziaływaniom eksploatacyjnym,
- aplikację autorskiej metodyki badań w monitorowaniu obiektów mostowych, poddanych oddziaływaniom eksploatacyjnym (statycznym i dynamicznym).

W mojej opinii oceniane osiągnięcie naukowe jest oryginalne i obejmuje kompleksowo i w sposób naukowy zagadnienie monitoringu sensorycznego obiektów mostowych. Monografia w ujęciu książkowym jest cenną pozycją dla „mostowców”, szczególnie dla kadry projektowej i wykonawczej, jak również służb zajmujących się administracją obiektów mostowych i ich utrzymaniem.

3.2. Ocena osiągnięcia projektowo-technologicznego

Osiągnięciem projektowo-technologicznym wskazanym przez Habilitanta jest zaprojektowanie i wdrożenie stałego monitoringu sensorycznego na moście przez Odrę w Kędzierzynie-Koźlu i stanowi praktyczne wykorzystanie opracowanej przez Niego metodyki monitorowania długoterminowego obiektów mostowych z uszkodzeniami, umożliwiającej analizę ich pracy w warunkach eksploatacyjnych. Konieczność wprowadzenia stałego monitoringu była podyktowana stale pogarszającym się stanem konstrukcji. Prace zostały wykonane przy współudziale Pana prof. dr hab. inż. Jana Bienia. Osiągnięcie to zostało przedstawione w dostanych drogą mailową dwóch dokumentach oraz opisane w rozdz. 7-8 monografii (głównego osiągnięcia naukowego).

Pierwszy dokument (Projekt systemu do długotrwałej obserwacji przęseł mostu nad rzeką Odrą w ciągu drogi krajowej nr 40b w km 3+144 w miejscowości Kędzierzyn-Koźle z roku 2020) przedstawiony na 35 stronach maszynopisu zawiera ogólne informacje na temat obiektu mostowego, dwa warianty zaprojektowanych podsystemów pomiarowych (różniące się ilością czujników pomiarowych) oraz informacje na temat przetwarzania danych pomiarowych. Raport z wdrożenia docelowego układu pomiarowego (drugi z dokumentów z roku 2022 przedstawiony na 104 stronach) zawiera informacje na temat:

- stanu obiektu (w tym jego zarysowań),
- zmian niwelety w latach 2010-2022,
- tachimetrycznego monitoringu przęsła nurtowego od 2022 r.,
- badań monitorujących (długoterminowych) z lat 2019-2022,
- wdrożenia docelowego światłowodowego układu pomiarowego łącznie z uzyskanymi wynikami badań,
- oceną stanu przęseł mostu.

W rozwiązaniu docelowym zastosowano sprawdzone w pilotażowych badaniach monitorujących techniki światłowodowe FBG (w postaci: integratora optycznego, czujników odkształceń, czujników pochyłeń i czujników temperatury – w sumie 45 sztuk). Zastosowany monitoring jest jedynym w Polsce światłowodowym systemem kontrolno-pomiarowym i informatyczno-telekomunikacyjnym. Pozwala na zdalną analizę pracy obiektu w zakresie:

- oceny bezpieczeństwa eksploatacji,
- identyfikacji obciążeń i oddziaływań,
- oceny jego kondycji,

– prognozowania niekorzystnych zjawisk w konstrukcji oraz oceny okresu jej bezpiecznej eksploatacji.

System wykazuje się dużą stabilnością i niezawodnością, co umożliwi monitorowanie narastających uszkodzeń i deformacji konstrukcji w trakcie wieloletniej eksploatacji mostu. Jest świadectwem nie tylko zdolności naukowych Habilitanta, ale również jego praktycznych umiejętności (realizacja projektu), co pozwala na adaptację rozważań teoretycznych do praktyki zawodowej.

3.3. Ocena dodatkowych osiągnięć naukowych

Trzecim oryginalnym osiągnięciem Habilitanta było opracowanie i implementacja procedur diagnostycznych obiektów mostowych z uszkodzeniami, z wykorzystaniem wyników doraźnych badań odpowiedzi konstrukcji na oddziaływania eksploatacyjne, w zakresie:

1. wspomaganie identyfikacji uszkodzeń i warunków pracy uszkodzonej konstrukcji oraz określenia jej kondycji i warunków ich dalszej eksploatacji,
2. oceny poziomu zaawansowania procesów zmęzeniowych w starych mostach stalowych i prognozowania ich trwałości.

Jest to problematyka powiązana tematycznie z głównym osiągnięciem naukowym. Realizację tego osiągnięcia stanowią w większości współautorskie publikacje. Na pierwszą część składają się:

- a) Wytyczne określania nośności użytkowej drogowych obiektów mostowych. Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu (WR-M-82),
- b) wytyczne International Federation for Structural Concrete fib, które będą stanowiły uzupełnienie zapisów nowej normy fib MC2020 w zakresie badań i oceny istniejących konstrukcji betonowych;
- c) cztery współautorskie artykuły w recenzowanych czasopismach i materiałach konferencyjnych o zasięgu międzynarodowym.

Drugą część stanowią recenzowane artykuły: 3 współautorskie (2 w czasopismach, 1 w materiałach konferencyjnych o zasięgu międzynarodowym) i 1 artykuł autorski w czasopiśmie międzynarodowym. Celem naukowym tego osiągnięcia było opracowanie wybranych procedur diagnostycznych obiektów mostowych z uszkodzeniami z wykorzystaniem wyników doraźnych badań odpowiedzi konstrukcji na oddziaływania eksploatacyjne. Zostały one zastosowane na 21 obiektach mostowych, co świadczy o dużym potencjale aplikacyjnym opracowanych procedur.

W autoreferacie w pkt. 4.4.5 Habilitant opisał swój wkład w poszczególnych publikacjach, brak jednak potwierdzenia tego stanu rzeczy przez innych współautorów.

3.4. Podsumowanie części dotyczącej osiągnięcia naukowego

Pan dr inż. Mieszko Kużawa prowadząc badania naukowe indywidualnie i w zespołach badawczych wykazał się dogłębną znajomością zagadnień związanych z prowadzeniem badań i analiz dotyczących monitoringu sensorycznego obiektów mostowych.

Oceniane osiągnięcia naukowe (główne, projektowo-technologiczne i dodatkowe) są ze sobą powiązane tematycznie i dotyczą kompleksowej metodyki monitorowania obiektów mostowych w warunkach eksploatacyjnych za pomocą elektronicznych systemów pomiarowych łącznie z implementacją tej metodyki na wielu obiektach w Polsce. Jest to tematyka ważna i aktualna, szczególnie w dobie tak znaczącego wzrostu ilości obiektów mostowych o coraz większych rozpiętościach przęsła (w większości wykonanych z betonu sprężonego). Stan obiektów mostowych jest zróżnicowany i niejednokrotnie wymaga (nawet przy stosunkowo nowych obiektach) obserwacji ich stanu i kondycji, a niekiedy interwencji celem zapobieżenia katastrofie budowlanej.

Podsumowując uważam, że osiągnięcia naukowe, a w szczególności główne pt. „Opracowanie kompleksowej metodyki monitorowania obiektów mostowych w warunkach eksploatacji za pomocą elektronicznych systemów pomiarowych” stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz.U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.)

4. Inne osiągnięcia

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

Habilitant współpracę z Uczelniami zagranicznymi rozpoczął już na etapie jednolitych studiów magisterskich (semestr 10). W 2008 roku w ramach programu Erasmus studiował na University of Minho w Portugalii. Efektem współpracy z prof. Paulo Cruza była praca magisterska w zakresie diagnostyki procesów zmęczeniowych w starych mostach stalowych (Analysis and fatigue evaluation of Pinhao bridge in Portugal).

W latach 2011–2018 na zaproszenie organizatorów Habilitant prowadził autorskie wykłady na temat diagnostyki i oceny kondycji obiektów mostowych z uszkodzeniami:

- University of Cambridge (Wielka Brytania, 2011 r.),
- Federal University of Juiz de Fora (Brazylia, 2013 r.),
- University of Split (Chorwacja 2014 r.),
- Beijing Jiaotong University (Chiny 2015 r.),
- Politechnika Czeska w Pradze (Czechy 2018 r.).

Od roku 2019 Habilitant aktywnie działa naukowo w dwóch międzynarodowych instytucjach naukowych:

- 1) International Federation for Structural Concrete fib, sekcja: Commission3: Existing concrete structures:
 - TG3.3 Assessment / evaluation and decision-making procedures for the through-life management of existing concrete structures,
 - AG9 Action Group: Structural health monitoring and testing;
- 2) International Association for Bridge and Structural Engineering IABSE, section: TG5.3: Gerontology of Bridge Structures.

International Federation for Structural Concrete fib zajmuje się zagadnieniami dotyczącymi monitoringu i oceny eksploatowanych od wielu lat obiektów mostowych z uszkodzeniami. Efektem współpracy jest przygotowywana wzorcowa norma Model Code 2020, której celem jest przedstawienie i omówienie bieżącego stanu wiedzy w zakresie projektowania, diagnostyki i oceny kondycji konstrukcji betonowych.

W ramach współpracy z Task Group (TG) 5.3: Gerontology of Bridge Structures opracowywana jest monografia, w której podejmowana będzie próba ujęcia procesów starzenia się konstrukcji mostowych w sposób holistyczny.

Habilitant jest od 2023 r. członkiem Komisji Budownictwa i Mechaniki Oddziału Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu (kadencja 2023-2026).

4.2. Działalność dydaktyczna, organizacyjna oraz popularyzująca naukę lub sztukę

4.2.1. Działalność dydaktyczna

Habilitant ma wieloletnie doświadczenie w prowadzeniu zajęć dydaktycznych na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. Prowadzi zajęcia na studiach I-stopnia (inżynierskich) z *Podstaw mostownictwa* (projekt), *Mostów* (wykład+projekt) i *Utrzymania mostów* (wykład+ćwiczenia) oraz na studiach II-stopnia (magisterskich) na czterech specjalnościach:

- Inżynieria Mostowa (*Mosty metalowe I* – wykład+projekt, *Mosty metalowe II* – wykład+projekt, *Komputerowe systemy wspomagania gospodarki mostowej* – laboratorium),
- Inżynieria Transportu Szynowego (*Mosty kolejowe* – wykład+projekt),
- Budownictwo Podziemne i Inżynieria Miejska (*Mosty – wybrane zagadnienia* – wykład+projekt),
- Civil Engineering (*Bridges* – projekt, *Artificial intelligence in civil engineering* – laboratorium).

Jest promotorem około 50 prac dyplomowych, w tym ponad 20 na studiach inżynierskich na specjalności Inżynieria Lądowa, ponad 20 na studiach magisterskich na specjalności Inżynieria Mostowa oraz 6 prac dyplomowych na studiach magisterskich na specjalności anglojęzycznej Civil Engineering.

Pan dr inż. Mieszko Kużawa jest wieloletnim wykładowcą na specjalistycznych kursach podyplomowych (Szkolenie Drogowych Inspektorów Mostowych, Szkolenie Diagnostów Kolejowych Obiektów Mostowych) oraz na międzynarodowych szkołach letnich (Cambridge 2011; Beijing 2015, Wrocław 2018 i 2019).

4.2.2. Działalność organizacyjna

Habilitant, jako członek Zespołu Mostów Politechniki Wrocławskiej, współpracuje z otoczeniem przemysłowym. Pozyskuje i realizuje prace naukowo-badawcze, projektowe, ekspertyzy dla Zarządców obiektów mostowych (GDDKiA, AW S.A., KGHM Polska Miedź S.A.), firm wykonawczych (np. Budimex S.A.) oraz w ramach współpracy dla innych podmiotów gospodarczych o zbliżonym profilu zainteresowań (Sixense Group).

Ważnym elementem działalności organizacyjnej pana dr. inż. Mieszka Kużawy jest powstanie Pracowni Monitoringu Konstrukcji Inżynierskich, stanowiącej część Laboratorium Badań Nano- i Mikrostruktur Materiałów Kompozytowych i Konstrukcji Inżynierskich z siedzibą w centrum badawczym GEO-3EM Politechniki Wrocławskiej, która obecnie kieruje.

4.2.3. Działalność popularyzująca naukę

Dr inż. Mieszko Kużawa jest autorem lub współautorem 50 publikacji, w wielu przypadkach dostępnych on-line, co przekłada się na ponad 4000 wyświetleń tych prac w serwisie ResearchGate. Za działalność popularyzującą naukę Habilitant uznał również, z czym należy się zgodzić, udział w międzynarodowych szkołach letnich oraz specjalistycznych kursach podyplomowych, co stanowiło dorobek z zakresu działalności dydaktycznej.

4.3. Podsumowanie części dotyczącej innych osiągnięć

Stwierdzam, że Habilitant wykazał się aktywnością naukową realizowaną poza macierzystą Uczelnią na wystarczającym poziomie. Rozpoczął ją jeszcze w okresie studiów (praca magisterska na University of Minho w Portugalii) i kontynuował w trakcie pracy zawodowej poprzez autorskie wykłady na uczelniach zagranicznych oraz czynny udział w pracach dwóch międzynarodowych instytucji naukowych.

Dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzujący naukę oceniam pozytywnie. Na uwagę i podkreślenie zasługuje także znacząca liczba wykonanych raportów technicznych i ekspertyz, co

świadczy o dużym uznaniu Pana dr. inż. Mieszka Kużawy wśród kadry inżynierskiej z branży mostowej.

5. Ocena końcowa

Ocenę końcową sformułowano w oparciu o zapisy poradnika pt. „Postępowanie dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego”, opracowanym przez Radę Doskonałości Naukowej z dnia 9 sierpnia 2023 r., w którym jest napisane: *Stosownie do art. 221 ust. 8 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce recenzenci, w terminie 8 tygodni od dnia doręczenia im wniosku, oceniają, czy osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2, i przygotowują recenzje. Z powyższego przepisu wynika jednoznacznie, że sformułowanie konkluzji opinii recenzenta, pozytywnej albo negatywnej, może być podyktowane wyłącznie oceną osiągnięć naukowych wskazanych przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora habilitowanego jako mających stanowić znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny. Powołując się na powyższe zapisy ocena końcowa odnosi się wyłącznie do oceny osiągnięcia naukowego i jego wkładu w rozwój dyscypliny.*

Podsumowując: Habilitant posiada tytuł doktora nauk technicznych a Jego osiągnięcia naukowe przedstawione do recenzji stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport. Tym samym **stwierdzam, że zgodnie z zapisami art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DZ.U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.) oraz Poradnika Rady Doskonałości naukowej z 9 sierpnia 2023 r. spełnione są warunki formalne do nadania Panu dr. inż. Mieszowi Kużawie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.**

