

dr hab. inż. Wojciech Bańkowski, prof. Instytutu  
Instytut Badawczy Dróg i Mostów  
ul. Instytutowa 1  
03-302 Warszawa  
e-mail: [wbankowski@ibdim.edu.pl](mailto:wbankowski@ibdim.edu.pl)

## Recenzja

w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Aleksandrze Krampikowskiej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport

### 1 Podstawa recenzji

Recenzja rozprawy została opracowana na podstawie uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Świętokrzyskiej z dnia 6 lipca 2023 roku oraz pisma Politechniki Świętokrzyskiej z dnia 14 lipca 2023 roku.

Do pisma dołączono komplet dokumentów Habilitantki, tj. wniosek z dnia 17.05.2023 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport oraz załączniki:

- o Zał. 1 – Dane Wnioskodawcy
- o Zał. 2 – Kopia dokumentu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora
- o Zał. 3 – Autoreferat
- o Zał. 4 – Wykaz osiągnięć naukowych
- o Zał. 5 – Kopie publikacji tworzących osiągnięcie naukowe
- o Zał. 6 – Oświadczenie współautorów publikacji
- o Zał. 7 – Kopie dokumentów potwierdzających staże naukowe i udział w projektach

Recenzję przygotowałem zgodnie z wymaganiami i kryteriami zawartymi w Ustawie z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę — Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669) oraz wskazówkami poradnika „Recenzje w postępowaniach o awans naukowy”, RDN 2022.

### 2 Sylwetka naukowo-zawodowa Habilitantki

Dr inż. Aleksandra Krampikowska w roku 2011 ukończyła studia na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska na Politechnice Świętokrzyskiej, specjalność konstrukcje budowlane i obroniła pracę dyplomową pt. „Projekt budowlany kładki dla pieszych o konstrukcji łukowej o rozpiętości do 30 m nad rzeką Belnianką” pod kierunkiem dr inż. Grzegorza Świta . W dniu 13.07.2016 roku na tej samej uczelni uzyskała tytuł doktora nauk technicznych, w dyscyplinie wytrzymałość materiałów i diagnostyka konstrukcji inżynierskich, tytuł rozprawy doktorskiej: „Zastosowanie metody emisji akustycznej do szacowania szerokości rys w elementach betonowych”. Promotorem pracy doktorskiej był dr hab. inż. Grzegorz Świt, prof. PŚk.

Działalność naukowa dr inż. Aleksandry Krampikowskiej jest od początku związana z Politechniką Świętokrzyską, Wydziałem Budownictwa i Architektury, Katedrą Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji Betonowych. W okresie 01.02.2012 – 30.06.2016 r. zatrudniona była na stanowisku Asystenta, a następnie do chwili obecnej na stanowisku Adiunkta. Z przedstawionej dokumentacji nie wynika, że dr inż. Aleksandra Krampikowska ubiegała się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

### 3 Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą wniosku Habilitantki są dwa osiągnięcia naukowe:

- Monografia naukowa pt.: „Ocena wpływu liczby deskryptorów na dokładność identyfikacji procesów destrukcyjnych w konstrukcjach betonowych przy zastosowaniu metody emisji akustycznej”,
- Cykl publikacji łącznie z zrealizowanym oryginalnym osiągnięciem technologicznym pt.: „System monitorowania stanu technicznego umożliwiający lokalizację i identyfikację defektów w konstrukcjach stalowych bazujący na analizie sygnałów emisji akustycznej”.

#### 3.1 Omówienie i ocena merytoryczna monografii naukowej

Monografia naukowa pt.: „Ocena wpływu liczby deskryptorów na dokładność identyfikacji procesów destrukcyjnych w konstrukcjach betonowych przy zastosowaniu metody emisji akustycznej” została wydana przez Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej w roku 2023 w cyklu z serii „Monografie, Studia Rozprawy” (numer M159). Redaktorem naukowym wydawnictwa jest prof. dr hab. inż. Jerzy Wawrzeńczyk, a recenzentami monografii są prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz oraz dr hab. inż. Radosław Jasiński, prof. Politechniki Śląskiej. Monografia składa się z 7 rozdziałów i ma objętość 223 stron.

W pierwszym rozdziale stanowiącym wprowadzenie do monografii przedstawione są ogólne zagadnienia związane z diagnostyką i monitorowaniem stanu technicznego konstrukcji betonowych. Autorka uzasadnia konieczność prowadzenia takich działań zarówno od strony ekonomicznej jak i technicznej. Omawia braki w zakresie polityki remontowej konstrukcji budowlanych w Polsce. Istotnym aspektem jest ciągły wzrost liczby obiektów oraz obserwacja trendów w projektowaniu wg danych GDDKiA, które wskazują na zwiększenie nacisku na wytrzymałość obiektu. Jednocześnie obserwuje się wdrażanie nowych materiałów i technologii, ale po ograniczonych badaniach wdrożeniowych. Tym samym wiarygodność wyników opisujących zachowanie się tych materiałów w dłuższym okresie eksploatacji jest wątpliwa. Autorka podkreśla, że w procesie destrukcji obiektu mostowego kluczowym jest moment powstania rys i ich rozwój w konstrukcji. Przedstawia przegląd stanu wiedzy w zakresie kryteriów oceny szerokości rys. W związku z powyższym szczególnie ważne jest wdrażanie metod pomiarowych, które umożliwiają wykrycie i obserwację rodzaju pęknięcia. Kluczowe jest, aby systemy monitorowania stanu technicznego konstrukcji (SHM) umożliwiały wykrywanie uszkodzeń z pewnym wyprzedzeniem. Jedną z najlepszych technik, która daje taki

potencjał, jest metoda emisji akustycznej bazująca na analizie aktywnych procesów destrukcyjnych.

Podstawowym celem pracy sformułowanym w rozdziale 2 jest ocena wpływu liczby deskryptorów na dokładność identyfikacji procesów destrukcyjnych przy użyciu zmodyfikowanej bazy sygnałów wzorcowych. Autorka formułuje również cele pośrednie związane z wykorzystaniem metod statystycznych do analizy sygnałów EA, budową nowej bazy sygnałów wzorcowych przy ograniczonej liczbie deskryptorów EA oraz możliwością identyfikacji i oceny intensywności procesów destrukcyjnych oraz wstępnego oszacowania zakresu szerokości rys poprzez analizę pojawienia się po szczególnych klas sygnałów wzorcowych. Autorka przedstawia również trzy tezy będące przedmiotem rozprawy:

- Wykorzystując dendrogramy korelacji poszczególnych deskryptorów oraz kryteria dopasowania  $\Lambda$  Wilksa, Rij i Tou, można ograniczyć liczbę parametrów niezbędnych do tworzenia bazy sygnałów wzorcowych bez wpływu na dokładność analizy.
- Do tworzenia bazy sygnałów wzorcowych wystarczą najprostsze niehierarchiczne metody grupowania.
- Istnieje możliwość lokalizacji, identyfikacji procesów destrukcyjnych oraz szacowania wstępnej szerokości rys, wykorzystując do tego zmodyfikowaną bazę sygnałów wzorcowych IADP-bis

W rozdziale 3 Autorka przedstawia przegląd metod badawczych bazujących na analizie fal akustycznych stosowanych do oceny stanu technicznego elementów betonowych. Metody akustyczne obok kilku innych metod należą do grupy badań nieniszczących NDT. Co istotne metody akustyczne są wykorzystywane zarówno do oceny wytrzymałości i jej zmienności w czasie jak i oceny wymiarów oraz lokalizacji wad i uszkodzeń. Autorka przedstawiła zasadę wykonywania pomiarów, aparaturę, wykorzystywane zjawiska fizyczne oraz wady i zalety poszczególnych metod. W grupie metod oceny wytrzymałości i jej zmienności w czasie omówiono metody ultradźwiękowe oraz metodę rezonansową. W zakresie metod oceny wymiarów oraz lokalizacji wad i uszkodzeń Autorka omówiła metodę impact-echo, odpowiedzi na impuls, georadarową, sejsmiczną, a najbardziej szczegółowo metodę emisji akustycznej. W zakresie tej ostatniej metody Autorka przedstawiła dwa podstawowe zjawiska wykorzystywane w metodzie akustycznej, tj. efekt Keisera i efekt Felicity oraz dwie podstawowe analizy z wykorzystaniem metody emisji akustycznej, tj. analizę parametrów sygnałów EA polegającą na wnioskowaniu o zachodzących procesach destrukcyjnych poprzez ich obserwację oraz analizę kształtu fali. Omawiając metody akustyczne zwróciła uwagę na takie aspekty jak przede wszystkim: rodzaje parametrów (deskryptorów) wykorzystywanych do oceny uszkodzeń, dobór rodzaju, częstotliwości, właściwego zamocowanie i rozmieszczenia czujników. Należy podkreślić, że rozdział 3 jest bardzo bogatym źródłem wiedzy, opartym szerokich i szczegółowych studiach literatury. W podsumowaniu Autorka zwraca uwagę na istotne ograniczenia omawianych metod badań nieniszczących, które obejmują ograniczony obszar konstrukcji, nie docierają do miejsc, a co za tym idzie są niereprezentatywne i niewystarczające. Istotny jest również czynnik ludzki wynikający z doświadczenia operatora w przeprowadzaniu pomiarów i interpretacji wyników. Studia

literatury wykazały, że niezbędne jest poszukiwanie nowych metod SHM, które będą m.in. rejestrować zachowanie konstrukcji w okresie jej użytkowania wraz z określeniem wyężenia jej elementów, informować o pojawiających się zagrożeniach poprzez monitoring postępu degradacji konstrukcji i prognozowanie trwałości obiektu, lokalizować uszkodzenia. Dzięki temu zwiększone będzie bezpieczeństwo użytkowania obiektu oraz możliwe będzie podejmowane bardziej racjonalnych decyzji remontowych. Autorka wskazuje, że jedyną metodą spełniającą takie wymagania jest metoda emisji akustycznej polegająca na analizie porównawczej rejestrowanych podczas badania obiektu sygnałów emisji akustycznej z bazą sygnałów wzorcowych. Szczegółowe studia nad tą metodą przedstawione są w rozdziale 4. Autorka omówiła kryteria oceny trwałości konstrukcji betonowych przy wykorzystaniu metody emisji akustycznej, w tym kryteria oceny stanu technicznego elementów betonowych stosowanych w metodzie emisji akustycznej z wykorzystaniem współczynnika Kaisera oraz współczynnika Felicity (WF), kryteria oceny intensywności procesów destrukcyjnych przez analizę wskaźnika historii uszkodzeń oraz współczynnika zagrożenia, kryteria oceny intensywności procesów destrukcyjnych poprzez analizę wartości b-value oraz kryteria oceny elementów betonowych bazujące na metodach RPD i IADP. Podobnie jak w rozdziale 3 studia literatury opierają się na bardzo szerokiej bazie publikacji i uwzględniają doświadczenia światowe. W podsumowaniu rozdziału 4 Autorka formułuje szereg wniosków, które są powiązane z celami i tezą pracy, w tym m.in. w zakresie wpływu właściwości materiału oraz wielkości i geometrii badanego elementu na liczbę generowanych sygnałów EA, możliwości popełniania błędów w przypadku analiz opartych na pojedynczych deskryptorach wynikających z podatności na zakłócenia sygnałów, koniecznością rozszerzenia zakresu analiz wyników badań EA. Jako zaleta metody EA wskazana jest możliwość lokalizacji położenia źródła emisji. Natomiast wyzwaniem jest odseparowanie sygnałów związanych z uszkodzeniem od szumu tła i zakłóceń. W metodzie emisji akustycznej można wykorzystywać narzędzia statystyczne, które pozwolą uwzględnić korelację między poszczególnymi parametrami oraz stworzyć bazę sygnałów wzorcowych. W ten sposób możliwe jest wnioskowanie o wpływie rejestrowanych defektów na nośność i trwałość elementów betonowych. Wnioski z analiz poczynionych w tym rozdziale zostały wykorzystane przez Autorkę do określenia zakresu i metodyki badań własnych, co przedstawione jest w rozdziale 5. W zakresie badań przewidziano uzupełnienie istniejącej bazy sygnałów wzorcowych metodami RPD (konstrukcje struno- i kablobetonowe) i IADP (konstrukcje żelbetowe) o sygnały generowane i budowę nowej bazy sygnałów wzorcowych, ograniczenie liczby deskryptorów w budowie bazy sygnałów wzorcowych i ocenę możliwości szacowania zakresu szerokości rys poprzez analizę pojawiania się odpowiednich klas sygnałów wzorcowych. Badania podzielone zostały na badania wstępne, analizę statystyczną i badania zasadnicze. W ramach badań wstępnych znalazły się badania elementów betonowych w zakresie wytrzymałości na ściskanie, skurczu i wrywania pręta gładkiego i żebrowanego. W trakcie badań rejestrowane były sygnały emisji akustycznej. Analiza statystyczna została przeprowadzona z wykorzystaniem metod grupowania: hierarchicznych, niehierarchicznych oraz sieci neuronowych Kohonena, a jednym z jej podstawowych celów było sprawdzenie innych niż algorytmów niż stosowane były w budowie bazy sygnałów wzorcowych pod kątem

możliwości przyspieszenia procesu i stopnia dopasowania sygnałów wzorcowych w poszczególnych klasach. Badania zasadnicze miały za zadanie potwierdzić możliwości oszacowania szerokości rysy poprzez analizę klas sygnałów akustycznych. Przeprowadzone zostały na 38 belkach o różnym stopniu zbrojenia, przy obciążeniu monotonicznym, zmiennym lub cyklicznym, aż do zniszczenia. Na belkach rozmieszczono czujniki EA oraz wyznaczono strefy, do pomiarów optycznych odkształceń powierzchniowych systemem ARAMIS. Rozdział 6 prezentuje badania własne Habilitantki zgodnie z przyjętym planem i metodyką pracy. Autorka szczegółowo opisała metodykę badań, ich przebieg wraz z bogatą dokumentacją zdjęciową i przedstawiła swoje analizy i wnioski. Badania obejmowały skurcz betonu w trakcie dojrzewania, badanie strunobetonowej belki typu T-27 poddanej przyspieszonemu dojrzewaniu poprzez nagrzewanie, badania w trakcie wrywania prętów zbrojeniowych. W kolejnym podrozdziale omówione są zagadnienia związane z analizą skupień oraz wykorzystaniu hierarchicznych, niehierarchicznych metod grupowania i sieci neuronowych Kohonena do budowy bazy sygnałów wzorcowych. Są to metody dotychczas nie stosowane w pracach dotyczących metod RPD i IADP. Autorka przedstawia podstawy teoretyczne i przykłady zastosowania. Na podstawie przeprowadzonych analiz wykazała, że z trzech różnych metod niehierarchicznych grupowania najlepszą metodą jest metoda grupowania iteracyjnego k-means. Decyduje o tym szybkość działania, prostota i powszechność algorytmu. Wykazano również, że wyniki analizy sygnałów sieciami neuronowymi są podobne do wyników analizy metodami niehierarchicznymi, w szczególności do grupowania metodą rozmytą algorytmem Forgy. W dalszej części Autorka przechodzi do analizy wpływu liczby deskryptorów EA nowo tworzonych baz sygnałów wzorcowych na dokładność identyfikacji procesów destrukcyjnych. Stosowanie 12 deskryptorów do budowy baz sygnałów wzorcowych jest kłopotliwe z uwagi na dostępność odpowiedniej aparatury. Redukcja liczby deskryptorów powinna również spowodować przyspieszenie badań i analiz. Stąd Autorka podjęła się oceny możliwości redukcji tej liczby przy jednoczesnej ocenie dokładności z zastosowaniem wybranych kryteriów statystycznych. Ocena była kilkietapowa i polegała na budowaniu baz sygnałów wzorcowych przy różnych liczbach deskryptorów, kolejno 13, 11, 9, 7 i 5. Eliminacja kolejnych deskryptorów polegała na ocenie dendrogramów, które wskazują korelacje poszczególnych parametrów między sobą. W wyniku tych analiz Autorka wykazała, że minimalna liczba parametrów to 7 oraz przedstawiła ich listę. W kolejnym podrozdziale przedstawiona jest ocena intensywności procesów destrukcyjnych i wstępne oszacowanie zakresów szerokości rysy poprzez analizę występowania poszczególnych klas sygnałów EA.

Jest to kolejny, trzeci etap planu badań, którego celem było zastosowanie metody identyfikacji aktywnych procesów destrukcyjnych (IADP-bis) do lokalizacji, identyfikacji procesów destrukcyjnych, śledzenia rozwoju oraz określania przybliżonej szerokości rysy w trakcie badań czterech jedno- i dwuprzęsłowych belek przy różnych konfiguracjach obciążenia oraz przy różnych konfiguracjach zbrojenia i strzemion. Badania były prowadzone do pełnego zniszczenia belki. Rejestrowano sygnały EA generowane przez procesy towarzyszące obciążaniu belki, które następnie zostały poddane analizie z wykorzystaniem bazy sygnałów

wzorcowych metody IADP-bis. Dokonano przypisania sygnałów do zdefiniowanych wcześniej klas oraz przedstawiono wstępne oszacowanie szerokości rys. Wyniki analiz sygnałów akustycznych porównano z wynikami pomiarów szerokości rys przy zastosowaniu systemu optycznego Aramis. We wszystkich analizowanych przypadkach pojawienie się poszczególnych klas destrukcyjnych odpowiadało momentowi, w którym szerokość mierzonych rys osiąga założone zakresy. W podsumowaniu Autorka przedstawia kryteria oceny kodów zagrożenia, nr klasy sygnałów EA oraz szacowane zakresy szerokości rys z wykorzystaniem rejestracji sygnałów EA generowanych w trakcie eksploatacji badanego obiektu.

W rozdziale 7 Autorka przedstawia 18 szczegółowych wniosków podsumowujących monografię. Większość wniosków odnosi się bezpośrednio do założonych celów i tez postawionych w pracy. Autorka wykazała wpływ liczby deskryptorów na dokładność identyfikacji procesów destrukcyjnych przy użyciu zmodyfikowanej bazy sygnałów wzorcowych, czego efektem jest zmniejszenie liczby deskryptorów do 7 wymienionych w punkcie pierwszym tego rozdziału. Tym samym udowodniona została pierwsza, najważniejsza teza pracy. W pracy wykazano również, że do tworzenia baz sygnałów wzorcowych (w tym przypadku IADP-bis) można użyć prostą metodę niehierarchicznego grupowania k-means. Udowodniona została również trzecia teza pracy stanowiąca o możliwości lokalizacji, identyfikacji procesów destrukcyjnych oraz wstępne szacowanie zakresu szerokości rys poprzez analizę sygnałów wzorcowych.

Po zapoznaniu się z monografią należy stwierdzić, że Habilitantka podjęła się bardzo ważnego zagadnienia zarówno pod względem naukowym, ale jednocześnie technicznym i społecznym. Habilitantka w swoim autoreferacie na stronach 23-24 przedstawia wiele szczegółowych osiągnięć, a każde z nich traktuje jako istotny wkład w rozwój dyscypliny. Waga każdego z tych osiągnięć jest różna, jednak traktując monografię jako całość uważam bez wątpienia, że rozwinięcie i udoskonalenie wykorzystania metody emisji akustycznej do diagnostyki obiektów betonowych jest istotnym wkładem w rozwój dyscypliny.

Oceniając szczegółowe osiągnięcia uważam, że do najważniejszych, mających najistotniejszy wkład w dyscyplinę należą:

- opracowanie i wdrożenie nowej metody budowy bazy sygnałów wzorcowych,
- studia i wdrożenie zawansowanych metod statystycznych grupowania i opracowanie nowej bazy sygnałów wzorcowych IAPD-bis,
- uzyskanie redukcji liczby deskryptorów z 12 do 7 bez straty na dokładności,
- opracowanie i wdrożenie metody szacowania zakresu szerokości rys poprzez wykorzystanie rejestracji sygnałów emisji akustycznej generowanych w trakcie eksploatacji konstrukcji.

W zakresie uwag merytorycznych do pracy uważam, że podsumowanie monografii powinno w bardziej czytelny sposób odnieść się do tez i celów postawionych na wstępie pracy. Brakuje mi również informacji jakie Autorka widzi dalsze perspektywy i kierunki kontynuacji badań. W autoreferacie, jak już wcześniej zapisałem, wskazane osiągnięcia Autorki mające istotny wkład w rozwój dyscypliny są zbyt szczegółowe, a w niektórych przypadkach są to bardziej wnioski z badań.

Reasumując pozytywnie oceniam monografię zarówno pod względem naukowym, ale również pod względem praktycznym i wdrożeniowym. Praca wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport i spełnia wymagania zawarte w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r (Dz. U. 2018 poz. 1668).

### 3.2 Omówienie i ocena merytoryczna cyklu publikacji

Drugim wskazanym we wniosku osiągnięciem naukowym jest cykl publikacji łącznie z zrealizowanym oryginalnym osiągnięciem technologicznym pt.: „Innowacyjny system monitorowania stanu technicznego umożliwiający lokalizację i identyfikację defektów w konstrukcjach stalowych bazujący na analizie sygnałów emisji akustycznej”. W skład cyklu wchodzi następujące publikacje, w których Habilitantka jest współautorem:

- I. Świt G., Dzioba I., Adamczak-Bugno A., Krampikowska A., „Identification of the Fracture Process in Gas Pipeline Steel Based on the Analysis of AE Signals”, *Materials*, 2022, 15(7), 2659, s.1-25, <https://doi.org/10.3390/ma15072659> - punktacja MNiSzW – 140 pkt., IF=3,748
- II. Boroński D., Dzioba I., Kotyk M., Krampikowska A. and Pała R., „Investigation of the Fracture Process of Explosively Welded AA2519–AA1050–Ti6Al4V Layered Material”. *Materials*, 2020, 13(10), 2226, s.1-22, <https://doi.org/10.3390/ma13102226> - punktacja MNiSzW – 140 pkt., IF=3,057.
- III. Świt G., Krampikowska A., Pała T., Lipiec S., Dzioba I., „Using AE Signals to Investigate the Fracture Process in an Al–Ti Laminate”, *Materials*, 2020, 13(13), 2909, s.1-24, <https://doi.org/10.3390/ma13132909> - punktacja MNiSzW – 140 pkt., IF=3,057.
- IV. Krampikowska A., Pała R., Dzioba I., and Świt G., „ The Use of the Acoustic Emission Method to Identify Crack Growth in 40CrMo Steel”, *Materials*, 2019, 12(13), 2140, s.1-14, <https://doi.org/10.3390/ma12132140> - punktacja MNiSzW – 140 pkt., IF=2,259
- V. Adamczak-Bugno A., Świt G., Krampikowska A., „Application of the acoustic emission method in the assessment of the technical condition of steel structure”, *WMCAUS 2018, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 471 (3), 2019, 032041, s.1-9, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/3/032041>.
- VI. Krampikowska A., Świt G., „Acoustic emission for diagnosing cable way steel support towers”, *29th International Conference on Structural Failures (2019), Matec Web of Conferences –series- Failures of Metal Structures*, 2019, 284, 09002, s.1-14, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201928409002>.
- VII. Świt G., Krampikowska A., „Localization and identification of gas infrastructure defects by acoustic emission”, *29th International Conference on Structural Failures (2019), Matec Web of Conferences –series- Failures of Metal Structures*, 2019, 284, 08010, s.1-13, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201928408010>
- VIII. Świt G., Adamczak A., Krampikowska A., „Acoustic emission method for facilitating decision making about the safety of structures being elements of smart cities”, *2nd International Conference on the Sustainable Energy and Environmental Development*,

IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (214), 2019, 012055, s.1- 8, <https://doi:10.1088/1755-1315/214/1/012055>.

Udział Habilitantki w publikacjach należy ocenić jako istotny, ponieważ wynosił od 30 do 70%. Cztery publikacje zostały wydane w czasopiśmie indeksowanym w bazie JCR (Journal Citation Reports), a pozostałe 4 opublikowane zostały w czasopismach indeksowanych w bazach Web of Science (WoS) oraz Scopus.

Tematyka cyklu publikacji jest zbieżna z tematem wiodącym monografii, tj. dotyczy wykorzystania metod emisji akustycznej do monitorowania stanu technicznego umożliwiający lokalizację i identyfikację defektów w konstrukcjach, w tym przypadku stalowych. Podjęcie takiego tematu ma głębokie uzasadnienie od strony naukowej, technicznej i społecznej. Wdrażanie metod badań i analiz stanu technicznego stalowych obiektów inżynierskich jest niezbędne dla zachowania bezpieczeństwa użytkowania, ale i planowania prac konserwacyjnych i remontowych.

Wiodącym celem naukowym zaprezentowanego cyklu publikacji była budowa systemu monitorowania stanu technicznego umożliwiającego lokalizację i identyfikację defektów w konstrukcjach stalowych bazującego na analizie sygnałów emisji akustycznej bazą wzorcową. Osiągnięcie tego celu możliwe było dzięki przeprowadzeniu rozszerzonego planu badań laboratoryjnych, budowie nowej bazy sygnałów wzorcowych dla stali i kompozytów metalicznych oraz badaniom rzeczywistych konstrukcji pracujących pod obciążeniem eksploatacyjnym. Efektem końcowym była możliwość wdrożenia tego rozwiązania w przemyśle.

Dążąc do osiągnięcia zamierzonego celu Habilitantka wykonała i przedstawiła w publikacjach następujące zadania badawcze:

- Badania mostu stalowego w ciągu DK 77 nad rzeką Wisłą wraz z wykorzystaniem metody emisji akustycznej wykorzystującej 5 klasową bazę sygnałów wzorcowych do lokalizacji miejsc niebezpiecznych oraz identyfikacji zagrożenia.
- Badania laboratoryjne w celu uzupełnienia sygnałów emisji akustycznej generowanych przez nowe mechanizmy wywołane różnymi czynnikami, w tym m.in. korozją wżerową, korozją w środowiskach silnie agresywnych alkalicznych i kwasowych, procesami wywołanymi prądami błędzącymi i różnymi warunkami gruntowymi i innymi.
- Opracowanie narzędzia ułatwiającego lokalizację uszkodzenia na podstawie pomiarów tłumienia sygnału generowanego przez wzorcowe źródło Hsu-Nilsena.
- Dostosowanie metody emisji akustycznej do istniejącego systemu oceny stanu technicznego gazociągów wraz z budową nowej bazy sygnałów wzorcowych bazująca na 5 klasach.
- Badania eksperymentalne w celu identyfikacji mechanizmów występujących w procesie pęknięcia próbek SENB wykonanych z laminatu Al-Ti i stali 40 CrMo wraz z analizami mikrostruktury i powierzchni przełomów próbek oraz analizą sygnałów emisji akustycznej (AE).



W przedstawionym autoreferacie Habilitantka wskazuje bardzo dużo ważnych rezultatów prowadzonych przez siebie prac badawczych, podkreślając ich wkład w rozwój dyscypliny. Wykaz osiągnięć jest bardzo szczegółowy, a ich waga jest różna. Natomiast składają się one w mojej ocenie na kilka istotnych osiągnięć mających wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport:

- Opracowanie koncepcji i wykonanie badania stalowego obiektu mostowego wraz z doбором charakterystyki czujników emisji akustycznej umożliwiającymi ich rozmieszczenie w odległościach min. 20 m poprzez pomiary akceptowalnego tłumienia sygnałów EA oraz analiza wyników pomiarów i wskazanie lokalizacji występowania pęknięć zmęczeniowych.
- Opracowanie nowej 8 klasowej bazy sygnałów akustycznych zbudowanej z 12 parametrów EA uzupełnionej o sygnały generowanych przez nowe mechanizmy wywołane korozją wżerową, korozją w środowiskach silnie agresywnych alkalicznych i kwasowych i innymi.
- Opracowanie narzędzia do lokalizacji uszkodzenia w rurociągach stalowych bazującego na pomiarach tłumienia sygnału generowanego przez wzorcowe źródło Hsu-Nilsena
- Opracowanie 5 klasowej bazy sygnałów wzorcowych z wykorzystaniem algorytmu k-means oraz analizy czasowo-częstotliwościowej do lokalizacji anomalii i analizy stanu technicznego na 20 fragmentach gazociągów.
- Zastosowanie metody emisji akustycznej do identyfikacji procesów pęknięcia w kompozycie warstwowym Al.-Ti poprzez wykorzystanie niehierarchicznej metody grupowania sygnałów AE (k-means) oraz analiz z wykorzystaniem Waveform Time Domain, Waveform Time Domain(Autocorelation), szybkiej transformaty Fouriera (FFT Real) oraz Waveform Continuous Wavelet bazującej na falce Morleta.

Oceniając przedstawiony cykl publikacji należy stwierdzić, że stanowi on dowód na kompleksowe przedstawienie problematyki diagnostyki obiektów stalowych z zastosowaniem metod emisji akustycznej. Habilitantka przeprowadziła szeroki program badań i analiz, które pozwoliły na osiągnięcie efektów o istotnym wkładzie w rozwój dyscypliny. Należy również dodać, że efektem prac badawczych było oryginalne osiągnięcie technologiczne:

- Rozwiązanie technologiczne stworzone na Politechnice Świętokrzyskiej pt. „System automatycznej predykcji polegający na identyfikacji i lokalizacji defektów na 500 m trasie słupów wsporczych w ciągu instalacji amoniaku w Grupie „Azoty”, oraz następujące prace wdrożeniowe:
  - „Ekspertyza stanu technicznego 5 słupów wsporczych kolejki napowietrznej na terenie Soda Polska Ciech Sp. z o.o. z wykorzystaniem metody emisji akustycznej”,
  - „Ekspertyza stanu technicznego żeliwnego gazociągu wysokiego ciśnienia dł. 300 m akustycznej z wykorzystaniem metody emisji akustycznej”.
  - „Ekspertyza stanu technicznego stalowego gazociągu wysokiego ciśnienia śr. 300 mm, dł. 200 m z wykorzystaniem metody emisji akustycznej”.

W tym miejscu należy również wymienić projekt badawczy POIR. pt. „Innowacyjny system automatycznej identyfikacji i lokalizacji defektów infrastruktury gazowej wykorzystujący zjawisko emisji akustycznej (Slidig AE)” – realizowane przez konsorcjum Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o. i Politechnika Świętokrzyska, którego rezultatem są m.in. 3 zgłoszenia patentowe.

Podsumowując uważam, że przedstawiony przez Habilitantkę cykl publikacji łącznie z zrealizowanym oryginalnym osiągnięciem technologicznym pt.: „Innowacyjny system monitorowania stanu technicznego umożliwiający lokalizację i identyfikację defektów w konstrukcjach stalowych bazujący na analizie sygnałów emisji akustycznej” wnosi bardzo istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport i spełnia wymagania zawarte w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r (Dz. U. 2018 poz. 1668).

#### 4 Ocena dorobku i aktywności naukowej

##### 4.1 Dane naukometryczne

W zakresie danych naukometrycznych zgodnie z dokumentacją dr inż. Aleksandry Krampkikowskiej wg stanu na dzień 08.05.2023 r. należy wskazać, że:

- Sumaryczny Impact Factor z wszystkich publikacji, w których Habilitantka jest autorem/współautorem wynosi 29,721
- Liczba indeksowanych publikacji w bazie Web of Science 25, w bazie Scopus 27, w bazie Google Scholar 47.
- Cytowania w kolejnych z wymienionych baz wynoszą odpowiednio 164, 214 i 316,
- Cytowania z włączeniem autocytowań 114 (WoS) i 137 (Scopus).
- Indeks Hirscha wg stanu na dzień 08.05.2023 wynosi 8 (WoS), 8 (Scopus) i 9 (Google Scholar).
- Suma punktów wg klasyfikacji MNiSW wynosi 962,93.

##### 4.2 Informacja o liczbie publikacji naukowych, monografii, rozdziałów w monografii

Zgodnie z przedstawionym wykazem osiągnięć naukowych przedstawionym w załączniku 4 do wniosku należy wskazać, że dr inż. Aleksandra Krampikowska jest w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych łącznie autorem i współautorem 31 publikacji naukowych, w tym:

- 1 monografii
- 3 rozdziałów w monografii
- 27 artykułów w czasopismach naukowych, w tym 12 z bazy JCR.

Wśród czasopism punktowanych i wydawnictw konferencyjnych, w których Habilitantka publikowała swoje prace naukowe należy wymienić m.in.: Structural Health Monitoring (2 artykuły), Materials (8), Archives of Civil and Mechanical Engineering (1), IOP Conference Series (5), Matec Web of Conferences (5), Procedia Engineering (1), Mathematical Biosciences and Engineering (1). W powyższym zestawieniu niewątpliwie najbardziej uznanym w środowisku jest czasopismo Archives of Civil and Mechanical Engineering.

#### 4.3 Uczestnictwo w finansowanych projektach badawczych

Dr inż. Aleksandra Krampikowska uczestniczy w dwóch projektach badawczych finansowanych w drodze konkursów krajowych:

- POIR.01.01.01-00-1019/19 - „Innowacyjny system automatycznej identyfikacji i lokalizacji defektów infrastruktury gazowej wykorzystujący zjawisko emisji akustycznej (Slidig AE)”, realizowanego przez konsorcjum: Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o. z Tarnowa i konsorcjant Politechnika Świętokrzyska, gdzie Habilitantka jest członkiem zespołu realizującego projekt z ramienia Konsorcjanta zespołu projektowego tj. Politechniki Świętokrzyskiej i pełni funkcję kierownika zadania 3 – badania „in –situ” 20 fragmentów gazociągów na terenie OZG Opole, OZG Zabrze, OZG Kraków i OZG Kielce.

- RID – Rozwój Innowacji Drogowej – „Diagnostyka sprężonych oraz ciągnowych drogowych obiektów inżynierskich, z uwzględnieniem doboru systemów monitoringu” habilitantka jest członkiem zespołu realizującego projekt. Projekt finansowany przez NCBiR oraz GDDKiA - Decyzja Dyrektora NCBiR Nr DPWP/RID-II/286/2023. Umowa na projekt podpisana w sierpniu 2023.

#### 4.4 Staże naukowe

Habilitantka odbyła trzy zagraniczne staże naukowe. Pierwszy staż 3-miesięczny w Uniwersytecie w Mesynie na Wydziale Inżynierii Lądowej w Katedrze Elektroniki, Chemii i Inżynierii Przemysłowej. Efektem wyjazdu była publikacja: Świt G., Adamczak-Bugno A., Krampikowska A., Proverbio E., „Analysis of the Significance of Changes in the Number and Energy Parameters of Acoustic Emission Signals on the of the Strength of Fibre–Cement Boards”, *Materials*, 2022, 15(16), 5757 oraz przyjazd na staż naukowy do Katedry Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji Budowlanych Politechniki Świętokrzyskiej na okres 01.04 – 31.12.2023 (9 miesięcy) doktorantki z Uniwersytetu w Mesynie celem realizacji badań w zakresie wykorzystania metody emisji akustycznej w diagnozowaniu nawodorowanych rurociągów stalowych. Habilitantka pełni rolę opiekuna doktorantki. Drugi staż 3-miesięczny odbyła w Katedrze Konstrukcji Mostowych - THUYLOI University w Hanoi. Efektem były trzy publikacje:

- Świt G., Krampikowska A., Chinh Minh L., „A Prototype System for Acoustic Emission-Based Structural Health Monitoring of Mỹ Thuận Bridge”, *Proceedings of 2016 Prognostics and System Health Management Conference (PHM-Chengdu) IEEE Xplore*, 2017, s.1-6, ISSN: 2166-5656, <https://doi.10.1109/PHM.2016.7819877>.

- Chinh Minh L., Adamczak A., Krampikowska A., Świt G., „Dragon bridge - the world largest dragon-shaped (ARCH) steel bridge as element of smart city”, *SEED 2016, E3S Web of Conferences (10) 00106*, 2016, s.1-5, <https://doi.10.1051/e3sconf/20161000106>.

- Świt G., Krampikowska A., Chinh Minh L., Adamczak A., „Nhat Tan Bridge - The Biggest Cable-Stayed Bridge in Vietnam”, *World Multidisciplinary Civil Engineering, Architecture, Urban Planning Symposium (WMCAUS 2016), Procedia Engineering (161)*, 2016, s.666-673, <https://10.1016/j.proeng.2016.08.730>.

Trzeci staż Habilitantka odbyła w Katedrze Konstrukcji Mostowych – filii THUYLOI University w Ho Chi Min (Wietnam), bez własnych publikacji.

#### 4.5 Pozostała działalność naukowa i zawodowa

Dr inż. Aleksandra Krampikowska jest autorem i współautorem 12 wystąpień na seminariach oraz konferencjach krajowych i zagranicznych, z czego 9 po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.

W dorobku Habilitantki należy również aktywność w zakresie udziału w komitetach organizacyjnych i programowych seminariów i konferencji (łącznie 9 wydarzeń). Jest również aktywnym recenzentem w 10 czasopismach naukowych (łącznie 18 recenzji).

W zakresie działalności wdrożeniowej oraz współpracy z przemysłem w dorobku Habilitantki znajdują się 4 zgłoszenia patentowe. Habilitantka jest konsultantem w dwóch firmach: budowlanej i przemysłowej. Pełniła również funkcję inżyniera budowy. W wykazie dorobku Habilitantki znajduje się również wykaz 14 ekspertyz i opinii technicznych wykonanych po doktoracie, w których był autorem lub współautorem.

#### 4.6 Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzujące naukę

Dr inż. Aleksandra Krampikowska prowadzi aktywną działalność dydaktyczną na Politechnice Świętokrzyskiej. W dorobku można wyróżnić koordynowanie 4 przedmiotów na kierunku budownictwo w specjalności mosty oraz konstrukcje budowlane na studiach I i II stopnia, prowadzenie 6 przedmiotów na kierunku Budownictwo w specjalności: mosty oraz konstrukcje budowlane. Habilitantka była również opiekunem 1 pracy dyplomowej inżynierskiej, opiekunem 18 prac dyplomowych magisterskich (w tym 6 w realizacji), promotorem pomocniczym 1 pracy doktorskiej, recenzentem 5 prac dyplomowych inżynierskich, recenzentem 19 prac dyplomowych magisterskich oraz członkiem około 15 komisji egzaminów dyplomowych.

Dr inż. Aleksandra Krampikowska posiada również dorobek organizacyjny. Od roku 2020 jest Kierownikiem Laboratorium „Diagnostyki Konstrukcji Inżynierskich Metodami Akustycznymi”, pełni funkcję Sekretarza Senackiej Komisji ds. Etyki Badań Naukowych na kadencję 2020- 2024 r., funkcję opiekuna studiów stacjonarnych II stopnia na kierunku Budownictwo w specjalności Mosty w latach 2020/21, 2021/22 i 2022/2023, była Członkiem Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia, w kadencji 2012 – 2016 r.

W zakresie popularyzacji nauki w dorobku Habilitantki należy wymienić udział w organizacji konferencji Szkoleniowej "Innowacyjne rozwiązania diagnostyczne, technologiczne, konstrukcyjne i materiałowe w budownictwie" i wygłoszenie referatu: Krampikowska A., Świt G.: „Nowoczesne systemy nadzorowania stanu technicznego obiektów mostowych i budynków”.

Warto również podkreślić, że dr inż. Aleksandra Krampikowska zdobyła 4 zespołowe nagrody Rektora Politechniki Świętokrzyskiej.

**Podsumowując pozytywnie oceniam dorobek Habilitantki w zakresie szeroko pojętej aktywności naukowej, czego dowodem jest w szczególności dorobek publikacyjny potwierdzony dobrymi wskaźnikami naukowymi, uczestnictwo w projektach badawczych, staże na**

uczelniach zagranicznych oraz wystąpienia na krajowych i zagranicznych konferencjach i seminariach. Warunek określony w art. 219 p.1. u.3 w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r (Dz. U. 2018 poz. 1668) uważam za spełniony.

#### 5 Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie analizy przedstawionej dokumentacji dr inż. Aleksandry Krampikowskiej będącej załącznikiem do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport stwierdzam co następuje.

Osiągnięcia naukowe zgłoszone przez Habilitantkę, tj. monografia naukowa pt.: „Ocena wpływu liczby deskryptorów na dokładność identyfikacji procesów destrukcyjnych w konstrukcjach betonowych przy zastosowaniu metody emisji akustycznej” oraz cykl publikacji łącznie z zrealizowanym oryginalnym osiągnięciem technologicznym pt.: „System monitorowania stanu technicznego umożliwiający lokalizację i identyfikację defektów w konstrukcjach stalowych bazujący na analizie sygnałów emisji akustycznej” są istotnym wkładem Habilitantki w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Pozytywnie oceniam dorobek dr inż. Aleksandry Krampikowskiej w zakresie działalności i aktywności naukowej oraz osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę.

W związku z powyższym stwierdzam, że spełnione zostały warunki określone w Art. 219 p.1 w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r (Dz. U. 2018 poz. 1668), wnioskuję o pozytywne rozstrzygnięcie postępowania i nadanie Pani dr inż. Aleksandrze Krampikowskiej stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.



dr hab. inż. Wojciech Bańkowski, profesor IBDiM

Warszawa, wrzesień 2023

Recenzji przygotowane zgodnie z umową

DYREKTOR NAUKOWY DISCYPLINY  
Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport

prof. dr hab. inż. Jerzy Wawrzeńczyk