

dr hab. inż. Urszula Radoń, prof. PŚk
Politechnika Świętokrzyska
Katedra Teorii Konstrukcji i BIM
ul. al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
email: zmbur@tu.kielce.pl

Kielce, 18.03.2024 r.

RECENZJA

w postępowaniu habilitacyjnym

dr inż. Anny Knitter-Piątkowskiej

ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego

doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych

w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport

1. Podstawa formalna i przedmiot opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowi uchwała nr RD/2/2024 Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 16.01.2024 roku w sprawie powołania komisji habilitacyjnej dr inż. Anny Knitter-Piątkowskiej oraz pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny nr RD/hab/18/4/2024 z dnia 18.01.2024 roku.

Podstawą prawną sporządzenia recenzji jest ustawa z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DZ.U.Poz.1668). W opracowaniu recenzji wykorzystano następujące załączone dokumenty:

- zał.1: Dane wnioskodawcy
- zał.2: Kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora
- zał.3: Autoreferat
- zał.4: Wykaz osiągnięć naukowych
- zał.5: Oświadczenia współautorów
- zał.6: Kopie publikacji
- zał.7: Pozostałe dyplomy
- zał.8: Raport naukometryczny
- zał.9: Skany wybranych dokumentów

Przedmiotem niniejszej recenzji jest ocena osiągnięć naukowych oraz istotnej z punktu widzenia wniosku, aktywności naukowej dr inż. Anny Knitter-Piątkowskiej ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w

dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Tytuł osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego brzmi: „Nowoczesne metody badań w mechanice konstrukcji i materiałów o strukturze warstwowej”

2. Charakterystyka sylwetki Habilitantki

2.1 Informacje ogólne

Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska ukończyła studia w 2000 roku, uzyskując stopień mgr inż. w specjalności konstrukcje budowlane i inżynierskie. W roku 2009 uzyskała stopień doktora nauk technicznych w zakresie budownictwa na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej, za rozprawę zatytułowaną: „Wykorzystanie transformacji falkowej do wykrywania uszkodzeń w konstrukcjach obciążonych statycznie i dynamicznie”. Po ukończeniu studiów podjęła pracę na stanowisku asystenta w Zakładzie Wytrzymałości Materiałów na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej. Okres zatrudnienia trwał 10 lat (01.10.2000-30.09.2010). Kolejnym etapem było stanowisko adiunkta w/w jednostce. Okres zatrudnienia trwał od 01.10.2010 do 31.12.2019. Jednocześnie pracowała jako starszy wykładowca w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej na Wydziale Budownictwa, Mechaniki i Inżynierii Środowiska w Koninie. Od 01.10.2020 do chwili obecnej pracuje jako adiunkt na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu w Instytucie Analizy Konstrukcji, Zakładzie Wytrzymałości Materiałów Politechniki Poznańskiej. Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska stale podnosiła swoje umiejętności uczestnicząc: w studiach podyplomowych „Przygotowanie edukacyjne do nauczania przedmiotów ogólnych i techniczno-zawodowych” oraz „BIM Manager-nowoczesne zarządzanie inwestycjami budowlanymi”. Dodatkowo w roku 2019 uzyskała stopień nauczyciela mianowanego, a w 2022 roku nauczyciela dyplomowanego.

2.2 Dorobek dydaktyczny, organizacyjny, ekspercki

W zakresie działalności dydaktycznej dr inż. Anna Knitter-Piątkowska jest odpowiedzialna za następujące przedmioty: wytrzymałość materiałów na studiach stacjonarnych I stopnia, podstawy mechaniki na studiach niestacjonarnych I stopnia na kierunku budownictwo, a także strength of materials na studiach stacjonarnych I stopnia na kierunku sustainable building. Habilitantka jest inicjatorką uruchomienia nowego przedmiotu na studiach I stopnia (stacjonarnych i niestacjonarnych) kierunku budownictwo, 6 semestr, ‘BIM – efektywne wsparcie procesu budowlanego’, który wszedł do programu studiów jako

przedmiot obowiązkowy w roku akademickim 2021/22. Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska opracowała materiały dydaktyczne w języku angielskim do ćwiczeń audytoryjnych i projektowych, dla kierunku sustainable building w ramach projektu *Uczelnia zintegrowana na przyszłość POWR.03.05.00-00-Z041/17 (33/32/NCBR/3333-01)*. W okresie nauczania zdalnego przygotowała materiały dydaktyczne w języku polskim i angielskim w formie filmów obejmujące zajęcia z wytrzymałości materiałów, strength of materials oraz podstaw mechaniki. W ramach stażu dydaktycznego LLP Erasmus prowadziła seminaria dla studentów w Politecnico di Milano oraz Technological Educational Institute (T.E.I.) of Athens. Na nowo tworzonym kierunku studiów II stopnia energetyka jądrowa, na Wydziale Inżynierii i Energetyki Politechniki Poznańskiej będzie prowadzić przedmiot „BIM – modelowanie cyfrowej informacji o obiekcie”. Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska jest jednym z administratorów projektu edukacyjnego DALUX na Politechnice Poznańskiej. Od 2019 roku współpracuje z Zespołem Szkół Budownictwa Nr 1 w Poznaniu. Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska jest autorką artykułu dydaktycznego: Knitter-Piątkowska A. Doświadczenia z pracy z uczniem z Ukrainy w średniej szkole technicznej. *Uczyć lepiej 2022-2023*, 1, 9–11. <https://ul.odnpoznan.pl/praca-z-ucniem-z-doswiadczeniami-migracyjnymi>. Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska jest współautorką podręcznika akademickiego: Guminiak M., Rakowski J., Knitter-Piątkowska A. Matrix formulation for mechanics of bar structures. *Introduction to the Finite Element Method*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2022 (stron 294), ISBN 978-83-7775-676-8. Habilitantka jest promotorką obronionych 23 magisterskich (w tym 9 w języku angielskim) i 28 prac inżynierskich prac dyplomowych. Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska jest promotorem pomocniczym dwóch rozpraw doktorskich:

- Szymon Wojciechowski, Analiza doświadczalna, numeryczna i teoretyczna skręcanych statycznie paneli warstwowych o sztywnych okładzinach i podatnym rdzeniu. Prom. Zbigniew Pozorski (WILiT), Anna Knitter-Piątkowska (WILiT), rec. Tomasz Sokół, Zbigniew Perkowski, Piotr Lacki - Poznań, Polska, 2022 - 297 s. – praca obroniona 23.11.2022,
- Damian Mrówczyński, Modelowanie konstytutywne i homogenizacja papieru i tektury falistej. Prom. Tomasz Garbowski, Anna Knitter-Piątkowska.

Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska w latach 2014-2018 była członkiem komitetu naukowego odbywającej się co roku Ogólnopolskiej Studenckiej Konferencji Budowlanej Budmika a w roku 2013 członkiem komitetu organizacyjnego 20th International Conference on Computer Methods in Mechanics (CMM 2013). Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitantka uczestniczyła (wykonawca) w projekcie badawczym KBN 5 T07E 045 22 „Identyfikacja i

optymalizacja konstrukcji z wykorzystaniem analizy wrażliwości”. Po uzyskaniu stopnia doktora jako wykonawca zadania drugiego (badania mechaniczne profili, fragmentów konstrukcji oraz połączeń-modele eksperymentalne) brała udział w realizacji POIR 01.01.01.00-0177/21-00 „Prace badawczo-rozwojowe nad nowatorskim ażurowym systemem podkonstrukcji stalowych służących do montażu paneli fotowoltaicznych o zwiększonej trwałości i nośności wraz z nową technologią ich produkcji”.

Habilitantka brała udział w projekcie Fit4BIM we współpracy z dziewięcioma partnerami z czterech krajów UE przy opracowaniu i testowaniu modeli dla szkolnictwa wyższego oraz kształcenia zawodowego w celu integracji zagadnień digitalizacji w budownictwie w programach nauczania zawodu – Competences for Digital Construction in VET and Higher Education. Współpraca z sektorem gospodarczym polegała na:

- wdrażaniu metod numerycznych oraz analitycznych w procesie optymalizacji konstrukcji opakowań transportowych, weryfikacja analiz wytrzymałościowych różnych konstrukcji z tektury falistej (FEMAT Sp.z o.o),
- badaniach numerycznych i eksperymentalnych nad uproszczonym modelowaniem odporności krawędziowej na zgniatanie wielowarstwowej tektury falistej (Schumacher Packaging Sp.zo.o),
- badaniach nad nowymi wyzwaniami i perspektywami dla farm wiatrowych w Polsce (Eurowind Energy Sp. z o.o)

Za osiągnięcia w zakresie działalności dydaktyczno-naukowej wielokrotnie otrzymywała Nagrodę Rektora dla nauczycieli akademickich (lata 2006/2007, 2007/2008, 2009/2010, 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014, 2021/2022, 2022/2023).

Podsumowując ocenę aktywności dydaktycznej, organizacyjnej oraz współpracy z sektorem gospodarczym, zdaniem recenzenta, dorobek ten należy ocenić na wysokim poziomie.

3.Wkład Habilitantki w rozwój nauki

3.1Działalność publikacyjna i badawcza

W załączonej dokumentacji analiza dorobku naukowego dr inż. Anny Knitter-Piątkowskiej została zrealizowana w Oddziale Informacji Naukowej Biblioteki Politechniki Poznańskiej i obejmuje łącznie 38 publikacji w latach 2004-2023. Szczegółowa analiza zawierająca wyliczenie punktacji MNiSW/MEiN, łącznej liczby cytowani (z wyłączeniem

autocytowań) na podstawie baz: Scopus, Web of Science i Google Scholar, wartości wskaźników cytowań dla czasopism została opracowana przez dr inż. Beatę Korzystka.

Dane naukometryczne dr inż. Anny Knitter-Piątkowskiej zawierają następujące informacje:

- **2060** - sumaryczna ilość punktów (MNiSW/MEiN),
- **43,477** - sumaryczna wartość wskaźnika Journal Citation Reports (JCR),
- **155** - liczba cytowań (**97** bez autocytowań) według bazy Web of Science,
- **195** - liczba cytowań (**86** bez autocytowań) według bazy Scopus,
- **286** - liczba cytowań (**174** bez autocytowań) według bazy Google Scholar,
- **8** – indeks Hirscha według bazy Web of Science,
- **9** - indeks Hirscha według bazy Scopus,
- **10**- indeks Hirscha według bazy Google Scholar,
- **29** publikacji (21 indeksowanych i 8 nieindeksowanych) według bazy Web of Science,
- **48** publikacji według bazy Google Scholar,
- **36** publikacji (27 indeksowanych i 9 nieindeksowanych) według bazy Scopus,
- **3** - rozdziały w monografiach naukowych,
- **1/1** – monografie naukowe/podręczniki, skrypty

Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska jest członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej (PTMTS), Polskiego Towarzystwa Metod Komputerowych Mechaniki (PTMKM), Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa (PZiTb) oraz Stowarzyszenia BIM. W ramach programu Erasums pięciokrotnie odbyła staż na Politechnice w Milano, raz była na Uniwersytecie w Ljublanie oraz w Atenach. Współpracuje ściśle z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu. W okresie od 01.03-30.09.2022 odbyła staż przemysłowy w FEMAT Sp. z o.o. Przed uzyskaniem stopnia doktora odbyła staż naukowo-badawczy na Politechnice de Mons w Belgii. Habilitantka brała udział w licznych kursach, szkoleniach zagranicznych i krajowych. Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska recenzowała 10 prac w czasopiśmie Sensors (MDPI), 6 w Applied Sciences (MDPI), 4 w Materials (MDPI), 3 w Symmetry (MDPI), 1 w Information (MDPI), 1 w Applied Math (MDPI), 1 w Micromachines (MDPI), 1 w Mathematical and Computational Applications (MDPI), 1 w Metals (MDPI), Forests (MDPI), 1 w Results in Engineering, 1 w Advances in Civil Engineering, 1 w Nondestructive Testing and Evaluation, 1 w Journal of Vibration and Control, 2 w Advances in Structural Engineering, 1 w Multidiscipline Modeling in Materials and Structures, 11 w Przeglądzie Papierniczym, 1 w Przeglądzie Budowlanym.

Dorobek naukowy Habilitantki charakteryzuje się wysoką liczbą cytowań prac. Zdecydowana większość artykułów wysokopunktowanych powstała w ostatnich latach, dlatego też należy spodziewać się istotnego wzrostu parametrów naukowych. W mojej opinii całościowy dorobek naukowy dr inż. Anny Knitter-Piątkowskiej jest duży i zasługuje na pozytywną ocenę.

3.2 Omówienie i ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Tytuł osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego brzmi: „Nowoczesne metody badań w mechanice konstrukcji i materiałów o strukturze warstwowej”. Zrealizowany cykl badań został podzielony na dwa osiągnięcia.

Osiągnięcie 1 zatytułowane „Zastosowanie dyskretnej transformacji falkowej w badaniach nieniszczących elementów konstrukcji inżynierskich” stanowi cykl 13 publikacji. W/w cykl publikacji zawiera następujące dokumenty:

1. Knitter-Piątkowska A., Kawa O., Guminiak M. Damage localization in truss girders by an application of the discrete wavelet transform. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences* 2023, 71(1), e144581-1– e144581. doi: 10.24425/bpasts.2023.144581
2. Knitter-Piątkowska A., Kawa O., Guminiak M. An Application of the Discrete Wavelet Transform to Damage Detection in Flat Truss Girders. In: *Lightweight Structures in Civil Engineering: Contemporary Problems : Monograph / red. Jacek Szafran, Marcin Kamiński - Łódź, Polska: Łódź University of Technology Press, 2022, 47–56.*
3. Knitter-Piątkowska A., Guminiak M. Application of 1-D and 2-D Discrete Wavelet Transform to Crack Identification in Statically and Dynamically Loaded Plates. *Engineering Transactions* 2020, 68(2), s.137–157. doi:10.24423/EngTrans.1115.20200304
4. Knitter-Piątkowska A., Dobrzycki A. Application of Wavelet Transform to Damage Identification in the Steel Structure Elements. *Applied Sciences* 2020, 10(22), 8198-1–8198-12. doi:10.3390/app10228198
5. Knitter-Piątkowska A., Guminiak M. Wykrywanie uszkodzeń w konstrukcjach inżynierskich przy zastosowaniu dyskretnej transformacji falkowej. *Przegląd Budowlany* 2020, 11, s.61–64.
6. Dobrzycki A., Knitter-Piątkowska A. Analiza częstotliwościowa odpowiedzi akustycznej wzbudzanej mechanicznie płyty stalowej. *Poznan University of Technology Academic*

Journals. *Electrical Engineering* 2018, 93, s. 323–334. doi: 10.21008/j.1897-0737.2018.93.0027

7. Guminiak M., Knitter-Piątkowska A. Selected problems of damage detection in internally supported plates using one-dimensional Discrete Wavelet Transform. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics* 2018, 56(3), s. 631–644. doi:10.15632/jtam-pl.56.3.631

8. Knitter-Piątkowska A., Guminiak M. Defect Detection in Plates Using Dynamic Response Signals and Discrete Wavelet Transform. In: *Computer Methods in Mechanics (CMM2017): Proceedings of the 22nd International Conference on Computer Methods in Mechanics* / red. Jerzy Podgórski, Ewa Błazik-Borowa, Tadeusz Burczyński, Mieczysław Kuczma (WBiIŚ), Jarosław Latański, Jerzy Warmiński: AIP Publishing, 2018 - s. 120001-1–120001 8.

9. Pawlak Z., Knitter-Piątkowska A. Influence of the wavelet order on proper damage location in plate structures. W: *Computer Methods in Mechanics (CMM2017): Proceedings of the 22nd International Conference on Computer Methods in Mechanics* / red. Jerzy Podgórski, Ewa Błazik-Borowa, Tadeusz Burczyński, Mieczysław Kuczma (WBiIŚ), Jarosław Latański, Jerzy Warmiński: AIP Publishing, 2018 - s. 130006-1–130006-9.

10. Knitter-Piątkowska A., Guminiak M., Hloupis G. Crack identification in plates using 1-D discrete wavelet transform. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics* 2017, 55(2), 481–496, doi:10.15632/jtam-pl.55.2.481

11. Knitter-Piątkowska A., Guminiak M., Przychodzki M. Application of Discrete Wavelet Transformation to Defect Detection in Truss Structures with Rigidly Connected Bars. *Engineering Transactions* 2016, 64(2), s. 157–170.

12. Knitter-Piątkowska A., Guminiak M. Defect Detection in Plate Structures using Wavelet Transformation. *Engineering Transactions* 2016, 64(2), s. 139–156.

13. Knitter-Piątkowska A., Guminiak M., Przychodzki M. Damage detection in truss structure being the part of his toric railway viaduct using wavelet transformation. In: *Recent advances in computational mechanics: proceedings of the 20th International Conference on Computer Methods in Mechanics (CMM 2013)*, Poznań, 27-31 August, 2013 / red. Tomasz Łodygowski (WBiIŚ), Jerzy Rakowski (WBiIŚ), Przemysław Litewka (WBiIŚ) - Lei den, Netherlands : CRC Press, 2014 - s. 157-163.

Habilitantka w przedstawionym cyklu 13 artykułów badała efektywność dyskretnej transformacji falkowej w badaniach nieniszczących belek, płyt, kratownic, ciągów. Przeprowadziła szereg eksperymentów numerycznych, w których uszkodzenia modelowała poprzez redukcję sztywności, przegub sprężysty, delaminację lub rysę. Dyskretnej transformacji falkowej poddała statyczne przemieszczenia i kąty obrotów oraz amplitudy

przemieszczeń, przyspieszenia, prędkości, odkształcenia. Sygnały statycznej lub dynamicznej odpowiedzi konstrukcji uzyskiwała stosując metodę elementów skończonych oraz metodę elementów brzegowych. Habilitantka oceniła wpływ: liczby punktów pomiarowych, rodzaju i rzędu zastosowanej funkcji falkowej, na efektywność zaproponowanej procedury. Zbadła również wpływ miejsca przyłożenia obciążenia na skuteczność lokalizacji uszkodzenia.

W modelowaniu dźwigarów kratowych zamiast powszechnie stosowanych elementów prętowych wykorzystwała elementy powłokowe. Zabieg ten pozwolił Habilitantce zdecydowanie poprawić skuteczność wykrywania uszkodzeń w węźle kratownicy (zerwanie spoiny czołowej). Habilitantka, oprócz płaskich dźwigarów kratowych, analizowała także kratownice przestrzenne oraz mostowe typu Town. Obciążeniem kratownicy była wówczas siła skupiona poruszająca się w równych interwałach czasowych. Uszkodzenia modelowane były jako redukcja sztywności przekroju poprzecznego prętów.

W badaniach płyt Habilitantka sprawdziła wpływ warunków brzegowych i podpór wewnętrznych na skuteczność metody. Stosowała zarówno jednowymiarowe jak i dwuwymiarowe transformacje falkowe. Płyty obciążono statycznie lub dynamicznie, uszkodzenia modelowano jako rysę, wtrącenie innego materiału, pustkę. Zastosowanie dyskretnej transformacji falkowej w połączeniu z analizą odwrotną pozwoliło Habilitantce wykryć nie tylko obecność i lokalizację uszkodzenia, ale również określić rodzaj, intensywność oraz liczbę defektów. W celu przybliżenia eksperymentu numerycznego do eksperymentu rzeczywistego analizowany był sygnał odpowiedzi konstrukcji z uwzględnieniem pojawiania się błędów pomiarowych. Czysty, wygenerowany numerycznie sygnał odpowiedzi konstrukcji został zanieczyszczony losowo generowanym białym szumem o rozkładzie jednostajnym, odpowiednio przeskalowanym, aby dostosować wielkość zaburzeń do intensywności analizowanego sygnału.

W przypadku belek Habilitantka uszkodzenie modelowała poprzez lokalną redukcję sztywności na ustalonym odcinku lub przegub sprężysty z odpowiednio wyskalowanym parametrem sztywności. Do rozwiązania problemów odwrotnych zastosowała procedurę opartą na algorytmach genetycznych w połączeniu z dyskretną transformacją falkową. Badania dotyczące oceny intensywności, rodzaju, lokalizacji i liczby defektów belek zawarła w cyklu czterech publikacji.

Kolejnym, istotnym zagadnieniem poruszonym w dorobku publikacyjnym Habilitantki była analiza numeryczna masztu antenowego. Przedmiotem badań była lokalizacja uszkodzenia odciagu. Uszkodzenie Habilitantka zamodelowała poprzez lokalną redukcję pola przekroju jednego elementu. Statyczne przemieszczenia węzła, w którym lina odciągowa jest

połączona z kratownicą masztu stanowiły sygnały do analizy falkowej. Habilitantka zbadała wpływ wielkości uszkodzenia, wartości siły wymuszającej oraz siły naciągu na efektywność zaproponowanej metody. Najbardziej efektywną rodziną falek w analizie uszkodzenia odciążu były falki Daubechies.

W eksperymentach rzeczywistych stalowej płyty oraz płyty betonowej z rysą Habilitantka zbadała efektywność połączenia metody emisji akustycznej z dyskretną transformacją falkową.

Tematyka poruszona w osiągnięciu 1 jest niezwykle istotna z punktu widzenia praktyki inżynierskiej. Zaproponowana przez Habilitantkę metoda jest stosunkowo nową techniką diagnostyczną, dlatego wnioski z badań mają duże znaczenie w aspekcie praktycznym. Habilitantka zadbała o przejrzystość przedstawionych danych i wyników, co znacznie ułatwia ich interpretację i właściwy odbiór. Habilitantka wykazała się bardzo dobrymi umiejętnościami programowania i prowadzenia badań numeryczno-doświadczalnych. Zrealizowała obszerny zakres tych badań, otrzymała oryginalne wyniki, przeanalizowała je, krytycznie oceniła i sformułowała poprawne wnioski. Świadczy to o bardzo dobrym przygotowaniu i predyspozycjach Habilitantki do samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych. Do nowatorskich rozwiązań można zaliczyć:

- dokonywanie pomiaru w jednym punkcie (przekroju/węźle) przy poruszającej się w równych interwałach czasowych sile skupionej;
- poprawienie skuteczności wykrywania uszkodzenia w węźle kratownicy poprzez modelowanie układu konstrukcyjnego elementami powłokowymi;
- zastosowanie dyskretnej transformacji falkowej w połączeniu z analizą odwrotną do określenia szczegółów uszkodzeń takich jak lokalizacja, intensywność, rodzaj lub ich liczba;
- zbudowanie własnego stanowiska pomiarowego do badań eksperymentalnych z wykorzystaniem emisji akustycznej;
- zastosowanie dyskretnej transformacji falkowej dla dużej liczby danych;

Oceniane osiągnięcie naukowe jest oryginalne i ujmuje kompleksowo zagadnienia lokalizacji uszkodzeń w elementach konstrukcyjnych bez zmiany ich właściwości i funkcjonalności. W mojej opinii osiągnięcie 1 wnosi w przedmiotowym temacie istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport i ma duże znaczenie zarówno naukowe jak i praktyczne.

Osiągnięcie 2 zatytułowane „Badania wytrzymałościowe i homogenizacja tektury falistej” stanowi cykl 8 publikacji. W/w cykl publikacji zawiera następujące dokumenty:

1. Garbowski T., Knitter-Piątkowska A., Winiarski P. Simplified Modelling of the Edge Crush Resistance of Multi-Layered Corrugated Board: Experimental and Computational Study. *Materials* 2023, 16(1), 458-1–458-16. doi:10.3390/ma16010458
2. Mrówczyński D., Knitter-Piątkowska A., Garbowski T. Numerical Homogenization of Single-Walled Corrugated Board with Imperfections. *Applied Sciences* 2022, 12(19), 9632-1–9632-15. doi:10.3390/app12199632
3. Garbowski T., Knitter-Piątkowska A. Analytical Determination of the Bending Stiffness of a Five-Layer Corrugated Cardboard with Imperfections. *Materials* 2022, 15(2), 663-1–663-17. doi:10.3390/ma15020663.
4. Mrówczyński D., Knitter-Piątkowska A., Garbowski T. Non-Local Sensitivity Analysis and Numerical Homogenization in Optimal Design of Single-Wall Corrugated Board Packaging. *Materials* 2022, 15(3), 720-1–720-18. doi:10.3390/ma15030720
5. Mrówczyński D., Knitter-Piątkowska A., Garbowski T. Optimal Design of Double-Walled Corrugated Board Packaging. *Materials* 2022, 15(6), 2149-1–2149-16. doi:10.3390/ma15062149
6. Mrówczyński D., Garbowski T., Knitter-Piątkowska, A. Estimation of the Compressive Strength of Corrugated Board Boxes with Shifted Creases on the Flaps. *Materials* 2021, 14(18), 5181-1–5181-118. doi:10.3390/ma14185181
7. Garbowski T., Knitter-Piątkowska A., Marek, A. New Edge Crush Test Configuration Enhanced with Full-Field Strain Measurements. *Materials* 2021, 14(19), 5768-1–5768-18. doi:10.3390/ma14195768
8. Garbowski T., Knitter-Piątkowska A., Mrówczyński, D. Numerical Homogenization of Multi-Layered Corrugated Cardboard with Creasing or Perforation. *Materials* 2021, 14(14), 3786-1–3786-20. doi:10.3390/ma14143786

Celem badań Habilitantki była ocena nośności oraz parametrów materiałowych tektury falistej. Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska zbadała parametry odpowiedzialne za zmniejszenie wytrzymałości opakowań z tektury falistej na ściskanie. Zaliczyła do nich: przegniatanie, perforacje, przesunięcie zagięcia na klapach, imperfekcje w tekturze trójwarstwowej i pięciowarstwowej.

W celu określenia nośności opakowań z przesuniętymi klapami Habilitantka przeprowadziła testy laboratoryjne na ściskanie dla 18 próbek o różnych wymiarach i gramaturze. Kolejnym etapem było określenie parametrów wytrzymałościowych. Dr inż.

Anna Knitter-Piątkowska przetestowała siedem różnych rodzajów tektury falistej o gramaturze od 350 g/m² do 965 g/m². W każdym teście zbadala co najmniej 10 próbek dla każdego gatunku. Dla wszystkich siedmiu rodzajów tektury zmierzyła sztywności uzyskane w testach zgniatania krawędziowego, zginania, ścinania, skręcania. Habilitantka po uzyskaniu parametrów materiałowych zbudowała model numeryczny w programie Abaqus, przyjmując liniowo-sprężysty model ortotropowy z warunkiem plastyczności Hilla. Dodatkowo dr inż. Anna Knitter-Piątkowska przeprowadziła analizę wrażliwości dla wytrzymałości na zgniatanie krawędziowe (ECT), wytrzymałości na zgniatanie (BCT) oraz obciążenia krytycznego. W przypadku lokalnej analizy wrażliwości zastosowała metodę różnic skończonych.

Habilitantka pełny model 3D tektury uprościła do pojedynczej warstwy o równoważnych właściwościach mechanicznych za pomocą homogenizacji numerycznej. Zastosowała metodę opartą na równoważności energii sprężystej pomiędzy pełnym i uproszczonym modelem. Habilitantka, poprawność zaproponowanej metody homogenizacji, sprawdziła przeprowadzając analizę wpływu liczby elementów skończonych na wynik procesu homogenizacji.

Przedstawiony cykl publikacji jest spójny tematycznie i jest tak samo wartościowy jak pierwsze osiągnięcie naukowe. Do nowatorskich rozwiązań zawartych w osiągnięciu naukowym drugim możemy zaliczyć:

- wyprowadzenie zależności analitycznych dokładnie opisujących zjawisko różnicy sztywności zginania w zależności od znaku momentu obciążającego asymetryczną próbkę tektury falistej w kierunku maszynowym (MD);
- opracowanie algorytmu optymalnego doboru składu tektury falistej w zależności od zastosowanego materiału i geometrii opakowania.

Tematyka badań jest istotna w projektowaniu opakowań z tektury falistej w przemyśle papierniczym. W celu walidacji metod numerycznych i analitycznych przeprowadzono badania eksperymentalne charakterystyczne dla materiałów o strukturze warstwowej. Tego typu materiały są obecnie coraz bardziej popularne również w zakresie inżynierii lądowej. Osiągnięcie 2 wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

4.Wniosek końcowy

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

Dr inż. Anna Knitter-Piątkowska wykazała się znaczącą aktywnością w zakresie działalności publikacyjnej, dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzujących naukę. Wskazane we wniosku osiągnięcie „Nowoczesne metody badań w mechanice konstrukcji i materiałów o strukturze warstwowej” z całą pewnością wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport. To naukowe podejście otwiera nowe możliwości dotyczące identyfikacji, opisu uszkodzeń na każdym etapie użytkowania i oceny nośności konstrukcji budowlanych. Rozwój materiałów budowlanych o strukturze warstwowej odgrywa kluczową rolę w dziedzinie budownictwa, zarówno pod względem wydajności, jak i zrównoważonego rozwoju. Struktura warstwowa odnosi się do materiałów, które składają się z różnych warstw o różnych właściwościach fizycznych i chemicznych. Takie materiały mogą być zoptymalizowane pod kątem spełnienia określonych wymagań dotyczących wytrzymałości, izolacji termicznej, akustyki, odporności na ścieranie, ognioodporności.

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 2018r (Dz. U. 2018 poz.1669). Wniosuję o pozytywne rozstrzygnięcie postępowania i nadanie Pani dr inż. Anny Knitter-Piątkowskiej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno -technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.



dr hab. inż. Urszula Radoń, prof. PŚk