

Prof. dr hab. inż. Marcin Kamiński
Katedra Mechaniki Konstrukcji
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechnika Łódzka
93-590 Łódź, Al. Politechniki 6, tel. 0-42-6313564
Email: Marcin.Kaminski@p.lodz.pl
Strona: <https://www.kmk.p.lodz.pl/prof-dr-hab-inz-marcin-kaminski>

Łódź, 04.01.2024 r.

RECENZJA DOROBKU
w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Piotra Bońkowskiego
z Politechniki Opolskiej

1. Podstawa formalno-prawna

Podstawę formalno-prawną do opracowania niniejszej recenzji stanowi w pierwszej kolejności Wniosek samego Habilitanta, dr inż. Piotra Bońkowskiego, z dnia 16.06.2023 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. Ponadto w dokumentacji przewodu habilitacyjnego Recenzent otrzymał pismo Rektora Politechniki Opolskiej z dnia 26.10.2023 r. zawiadamiające o powierzeniu Mu recenzji zgodnie z uchwałą Senatu PO nr 328 z dnia 25.10.2023 r. W związku z tymi obowiązkami Recenzent zawarł z Przewodniczącym Rady Naukowej dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport PO umowę o dzieło nr 20/DN/23, a także umowę zlecenia nr 13/DN/23 na wykonanie niniejszej recenzji. Do w/w dokumentów załączono dokumentację przewodu habilitacyjnego w postaci wydruku wniosku dr inż. Piotra Bońkowskiego o przeprowadzenie postępowania, a w tym kopię dyplomu doktorskiego, autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny Habilitanta, wykaz wkładu autorskiego, monografię pt. „*Application of Rotation Rate Sensors for Structural Health Monitoring of Reinforced Concrete Beams*” („*Zastosowanie czujników prędkości rotacji w monitorowaniu stanu belek żelbetowych*”), wydruki wymienionych artykułów naukowych, a także elektroniczną wersję dokumentacji na pendrivie. Wniosek przygotowano w sposób rzetelny i kompletny, ułatwiający Recenzentom rozpoznanie i kwalifikację dorobku naukowego.

Podstawę prawną Recenzji stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, Dz. U. 2018 poz. 1668, a jej treść została przygotowana zgodnie z wytycznymi zawartymi na stronie Rady Doskonałości Naukowej w dokumencie pt. „Wymagania dokumentacyjne wniosków w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego”.

2. Sylwetka Kandydata

Dr inż. Piotr Adam Bońkowski urodził się 10 czerwca 1991 roku w Opolu i ukończył studia stopnia pierwszego oraz drugiego na Politechnice Wrocławskiej, na kierunku Budownictwo, o specjalności Konstrukcje Budowlane w roku 2015. W dalszej kolejności Habilitant podjął pracę na stanowisku asystenta na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Opolskiej, gdzie równolegle rozpoczął studia doktoranckie. W 2018 roku obronił On z wyróżnieniem rozprawę doktorską nt. „*Rotational effects for slender building structures under seismic excitations*” („Efekty rotacyjne smukłych konstrukcji budowlanych obciążonych sejsmicznie”). Promotorem tej rozprawy był prof. dr hab. inż. Zbigniew Zembaty. Promotorem pomocniczym w tym przewodzie był dr inż. Maciej Yan Minch, który był jednocześnie Promotorem pracy dyplomowej inżynierskiej i magisterskiej Habilitanta. Po zakończeniu przewodu doktorskiego Habilitant został zatrudniony w swojej macierzystej jednostce na stanowisku adiunkta, gdzie jest zatrudniony do dnia dzisiejszego.

Obecnie dr inż. Piotr Bońkowski (<https://orcid.org/0000-0001-9931-9115>) ma indeks Hirscha równy 6 wg. bazy danych *Google Scholar* (190 cytowań), równy 6 z ilością cytowań wynoszącą 125 wg bazy *Scopus*, a także $H=7$ (174 cytowania) wg. *Research Gate*. Baza *Web of Science* wykazuje $H=5$ dla 12 dokumentów Habilitanta znajdujących się w tej bazie, 21 dokumentów ogółem, a także 106 cytowań. Nawet najmniejsza z uzyskanych wartości indeksu Hirscha upoważnia Habilitanta do starania się o stopień doktora habilitowanego w wielu prestiżowych ośrodkach naukowych.

Sumaryczny dorobek naukowy Kandydata obejmuje jedną monografię, 25 referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych (13 po uzyskaniu stopnia doktora), 6 rozdziałów w książkach (3 po uzyskaniu stopnia doktora), a także 18 artykułów w czasopismach naukowych (z czego 9 po uzyskaniu stopnia doktora). Dr Bońkowski napisał dotychczas 44 recenzje do czasopism naukowych, z czego zdecydowanie najwięcej do takich czasopism jak *Archives of Civil & Mechanical Engineering*, *Applied Sciences*, *Buildings*, a nade wszystko – *Engineering Structures*.

Jego główne zainteresowania dotyczą wrażliwości sejsmicznej konstrukcji budowlanych, a także analizy szkód z nią związanych, która ma duże znaczenie praktyczne w naszym kraju, ale niestety nie cieszy się odpowiednio dużą popularnością wśród polskich badaczy; Habilitant stosuje w swojej pracy podejście deterministyczne. Tematyka ta jest określana nieco szerzej na arenie międzynarodowej jako *Structural Health Monitoring* i spotyka się z dużym zainteresowaniem w wielu ważnych ośrodkach naukowych na świecie. Świadczy o tym ciągle rosnąca liczba publikacji naukowych zawierających ten termin jako słowo kluczowe, która w

okresie 2000-2024 przekroczyła znacznie 33.500 – napisanych zarówno w naukach technicznych, inżynierii materiałowej, informatyce, jak i fizyce, czy astronomii oraz w matematyce. Habilitant gromadził swój dotychczasowy dorobek naukowy w grupie prof. dr hab. inż. Zbigniewa Zembatego, który reprezentuje ten sam obszar zainteresowań i jest uznanym autorytetem w skali międzynarodowej.

Habilitant jest członkiem *Polskiej Grupy Inżynierii Sejsmicznej i Parasejsmicznej*, *European Geosciences Union*, *Seismological Society of America*, a także *Earthquake Engineering Institute*. W swojej dotychczasowej karierze był kierownikiem projektu badawczego NCN Miniatura 2 w latach 2019-2020 związanego tematycznie ze zgłoszonym dziełem naukowym. Uzyskał również stypendium Start z *Fundacji Na Rzecz Nauki Polskiej* w 2022 r. na miesięczny pobyt badawczy w *University of Grenoble-Alpes* we Francji. Jego współpraca międzynarodowa obejmuje również wspólne badania z międzynarodowym zespołem *Ludwig-Maximilians Universität w Monachium* oraz z *Earth Physics & Space Science* w Sopron na Węgrzech. Tematyka tych badań dotyczyła zagadnień eksperymentalnych w pomiarach rotacji, odkształceń i wrażliwości sejsmicznej.

Nakreślona powyżej działalność naukowa została doceniona zarówno na szczereblu Politechniki Opolskiej licznymi Nagrodami JM Rektora PO, na forum krajowym – w postaci Stypendium Ministra Edukacji i Nauki otrzymanego na lata 2021-2024, a także w skali międzynarodowej poprzez stypendia konferencyjne *Seismological Society of America* (konferencja w Sendai w 2020 r.) oraz *Dutch Earthquake Engineering Association* (konferencja w Groningen, 2020 r.).

Poza wyróżniającymi osiągnięciami naukowymi dr Bońkowski wykazał się również aktywnością w pracy inżynierskiej – we wniosku wymieniono 7 ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorstw w latach 2016-2021. Współpraca ta jest ściśle związana z badaniami naukowymi, co również nie jest częste w przypadku analizowanej dyscypliny. Na wyraźne wyróżnienie wskazuje współautorskie opracowanie pt. „*Analiza dynamiczna możliwości zabezpieczeń toru laserowego w NCBJ w Świerku w świetle badań Politechniki Krakowskiej za pomocą mat antywibracyjnych wraz z podaniem wniosków i zaleceń realizacyjnych wynikających z obliczeń dynamicznych*” (Współautor: Minch M.Y.). Widać wyraźnie, iż problematyka i metody badawcze reprezentowane przez Habilitanta mogą mieć duże znaczenie w energetyce jądrowej, której rozwój nabiera coraz większego znaczenia dla naszego kraju.

W przedstawionym wniosku nie ma natomiast żadnych informacji o oryginalnych osiągnięciach projektowych, konstrukcyjnych lub technologicznych, członkostwie w redakcjach naukowych monografii, udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych, a także – w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, a także wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

Recenzent miał osobiście przyjemność poznać Habilitanta podczas swojego seminarium na Politechnice Opolskiej, wizytować laboratorium i stanowisko badawcze, na którym przeprowadzane były badania przedstawione i analizowane w monografii, a także wysłuchać Go bezpośrednio w dyskusji. Dr Bońkowski prezentował się profesjonalnie i widoczne było Jego osobiste głębokie zaangażowanie w problematykę badania belek betonowych zbrojonych prętami stalowymi.

3. Opis i ocena osiągnięć naukowych

Na osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego składa się monografia (zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 1 Ustawy), a także cztery artykuły w recenzowanych międzynarodowych czasopismach naukowych notowanych w bazie *Scopus* (wysoko punktowanych na liście czasopism punktowanych *Ministerstwa Nauki*) oraz jeden rozdział w książce (zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy). Pozycje te obejmują okres lat 2018-2023 i są to w kolejności chronologicznej:

- [1] Bońkowski P.A., Zembaty Z., Minch M.Y., Time history response analysis of a slender tower under translational-rocking seismic excitations. *Engineering Structures* 2018;155:387-393 (H=171, SJR=1,602 w 2022 r., 33 cytowania wg. Scopus, udział procentowy 50%).
- [2] Bońkowski P.A., Zembaty Z., Minch M.Y., Engineering analysis of strong ground rocking and its effect on tall structures. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 2019;116:358-370 (H=119, SJR=0,768 w 2022 r., 22 cytowania wg. Scopus, udział procentowy 50%).
- [3] Bońkowski P.A., Zembaty Z., Minch M.Y., Seismic effects on leaning slender structures and tall buildings. *Engineering Structures* 2019;198:109518 (H=171, SJR=1,602 w 2022 r., 5 cytowań wg. Scopus, udział procentowy 50%).
- [4] Bońkowski P.A., Zembaty Z., Minch M.Y., Effect on soil compliance on seismic response of slender towers under rocking excitations. In: Koeber D. et al., eds., *Seismic Behaviour and Design of Irregular and Complex Civil Structures III*. Springer, pp. 3-10, 2020 (udział procentowy 50%).
- [5] Bońkowski P.A., Kuś J., Zembaty Z., Seismic rocking effects on a mine tower induced and natural earthquakes. *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 2021;21:65 (H=60, SJR=0,768 w 2022 r., 2 cytowania wg. Scopus, udział procentowy 50%).
- [6] Bońkowski P., *Application of Rotation Rate Sensors for Structural Health Monitoring of Reinforced Concrete Beams*. Wyd. Politechniki Opolskiej, Opole, 2023 (monografia w j. angielskim).

W przypadku pozycji [1-5] wkład Habilitanta był połowiczny, a w pozycji 6 – całkowity. Odnosić należy, iż pozycja [1] została opublikowana jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych, jak wynika z samego wniosku.

Pozycja [1] dotyczy opracowania danych sejsmicznych pozyskanych na terenie Górnego Śląska podczas dwóch wstrząsów sejsmicznych o średniej intensywności odpowiadającej 4 stopniom w zmodyfikowanej skali Mercallego. Dane te zostały wykorzystane do analizy wrażliwości

sejsmicznej komina betonowego zbrojonego prętami stalowymi o wysokości 160,0 m o przekroju okrągłym liniowo zbieżnego ku górze. Dane wejściowe zawierały sygnały odpowiadające 6 stopniom swobody i zostały one wykorzystane do stworzenia numerycznego modelu komina opartego o Metodę Elementów Skończonych (MES) przygotowanego w środowisku MATLAB obejmującym 17 płaskich belkowych elementów skończonych. Równanie ruchu konstrukcji zapisano w nietrywialnej postaci wyróżniając składowe przemieszczeniowe i obrotowe, których nie wymienia się w większości prac poświęconych dynamice konstrukcji. Wyniki analizy dynamicznej przedstawiono w postaci zmian momentu zginającego komin na jego wysokości, a także – analogicznych zmian stosunku obciążenia do nośności. Prezentowane dane pokazują udział efektów przemieszczeniowych i obrotowych w uzyskanych zależnościach i na ich podstawie Habilitant zauważa znaczący wpływ ruchów obrotowych zarówno na szczyt komina (18%), a nade wszystko – na jego podstawę (65%). Analiza jest interesująca m.in. dlatego, iż ogólnie dostępne oprogramowanie inżynierskie na naszym rynku, tj. system *Autodesk ROBOT* przeprowadza analizę sejsmiczną z wykorzystaniem nieliniowych analiz statycznych. Drugim, niemniej ważnym aspektem jest zastosowanie wytycznych normy *Eurokod 8*, która jakkolwiek powszechnie obowiązująca w naszym kraju, jest raczej mało znana przez praktykujących inżynierów budownictwa. Słabsze strony tej pracy to brak określenia metody całkowania równań ruchu, a także niezbyt precyzyjny opis modelu *MES* (brak funkcji aproksymujących, związków fizycznych i geometrycznych, a także analizy wpływu dyskretyzacji na jakość uzyskanych wyników). Zwykle modele numeryczne kominów wykonuje się z wykorzystaniem powłokowych elementów skończonych i Autorzy nie komentują wyboru belkowych elementów skończonych, które stanowią znaczące uproszczenie. Praca ze względu na zamieszczone w niej dane może stanowić punkt wyjścia do dalszych analiz numerycznych dla wielu młodych badaczy. Niezależnie jednak od słabszych stron podstawową wartością tej pracy jest określenie eksperymentalne i analiza numeryczna znaczenia ruchów obrotowych w analizie sejsmicznej, gdyż w przekonaniu większości ludzi (a nawet inżynierów) fale sejsmiczne wywołują jedynie przemieszczenia podłużne konstrukcji.

Pozycja [2] opublikowana przez ten sam zespół autorów stanowi rozwinięcie pomysłu analizy przemieszczeń i obrotów w oddziaływaniach sejsmicznych. Przedmiotem analizy jest tym razem nie tylko komin, ale przede wszystkim dwa budynki wysokie o konstrukcji szkieletowej (30-sto i 10-cio piętrowy) i obydwa typy obiektów budowlanych są analizowane w kontekście kołysania konstrukcji. Analiza oparta została o dane zebrane w trakcie trzęsienia ziemi w greckiej Kefalonii w 2014 r., gdzie wykorzystano czujniki prędkości rotacji. Dane pochodziły ze wstrząsów o większym natężeniu, niż analizowane w poz. 1, tj. V i VII w skali Mercallego. Oprócz numerycznego rozwiązywania równań ruchu dla analizowanych obiektów znaleziono numerycznie również tzw. wysokość efektywną konstrukcji, która drgania z wieloma stopniami swobody pozwala zastąpić zagadnieniem pojedynczego stopnia swobody, co oczywiście znacznie ułatwia całą analizę. Zgodnie z oczekiwaniami, w analizie numerycznej uwzględniono tzw. efekt $P-\Delta$ (dużych odkształceń) wyznaczając za każdym razem translacyjną i rotacyjną część odpowiedzi konstrukcji. Oprócz spektrum samych przemieszczeń przedstawiono również spektra prędkości i przyspieszeń, a dodatkowo zaproponowano specjalne translacyjno-rotacyjne spektrum odpowiedzi. Ponownie zabrakło nieco szczegółów dyskretyzacji *MES*,

choć widok 3D konstrukcji wyższego z wieżowców przedstawiono na Rys. A1. Nie podano również, czy elementy skończone implementowano z uwzględnieniem ścinania, czy też bez, co ma pewne znaczenie dla wykresów sił poprzecznych przedstawionych tu w funkcji wysokości. Niewątpliwie bardzo ciekawym wynikiem osiągniętym przez Autorów jest przedstawienie wpływu wysokości konstrukcji i okresu jej drgań własnych na wpływ rotacji na odpowiedź tej konstrukcji. Pracę wieńczy ważna z praktycznego punktu widzenia konkluzja, iż wpływ ruchu kołyszącego ma istotny wkład w wielkość obliczanych sił poprzecznych w konstrukcjach wysokich. Z punktu widzenia oceny dorobku Habilitanta istotne jest to, że w obydwu publikacjach wykonał On przegląd literatury (odpowiednio 38 i 50 pozycji), badanie i przetwarzanie danych sejsmicznych, zbudował model numeryczny i przedyskutował ze współautorami wyniki analiz.

W pozycji [3] Habilitant wystąpił ponownie jako pierwszy współautor i analizował wpływ pochylenia konstrukcji spowodowanego m.in. uszkodzami górnictwami, a nade wszystko – wpływ obciążeń sejsmicznych na takie konstrukcje. W pracy podjęto próbę rozwiązania problemu wpływu wstrząsów górnictwami na nieliniową odpowiedź wysokich i smukłych budowli. Analizę MES przeprowadzono wykorzystując program komputerowy *Seismostruct*, który zgodnie z nazwą, dedykowany jest analizie sejsmicznej konstrukcji. W przeciwieństwie do poprzednio stosowanego skryptu napisanego w środowisku MATLAB, umożliwia również modelowanie nieliniowego zachowania materiału (uplastycznienie), a także wykrywanie uszkodzeń (pękanie). Modelowanie numeryczne przeprowadzono z wykorzystaniem przykładów numerycznych z poprzedniej pracy, tj. 160 metrowego komina oraz 30-sto piętrowego budynku wysokiego. W przeciwieństwie jednak do poprzednich analiz rozwiązano numerycznie problemy równowagi statycznej i dynamicznej. Do badania wrażliwości sejsmicznej wykorzystano ogólnie znane i często wykorzystywane w literaturze widmo trzęsienia ziemi *El Centro* zarejestrowanego w San Fernando Valley 18 maja 1940 r. Stany graniczne w obydwu konstrukcjach sprawdzono za pomocą programu *OpenSees* i były to: (i) stan graniczny bliski zniszczeniu, (ii) stan graniczny znacznego zniszczenia, a także (iii) stan graniczny zniszczenia granicznego. Rezultaty analiz obejmują przemieszczenia poziome i odpowiadające przyspieszenia, momenty w podstawie konstrukcji, znormalizowana wysokość konstrukcji, ich krzywizna, a także siły tnące. Zaprezentowano je między innymi w funkcji wyżej wymienionych trzech stanów granicznych, dla zróżnicowanego początkowego pochylenia konstrukcji, w odniesieniu do stosunku sił ekstremalnych w konstrukcji do dopuszczalnych (współczynnika wykorzystania nośności), dla różnych mnożników przyspieszenia sejsmicznego w stosunku do widma *El Centro*, a także oczywiście czasu trwania wymuszenia sejsmicznego. Słabszym aspektem prowadzonych analiz jest brak dokładnego opisu analizy MES, tym bardziej, że metoda ta jest w tym przypadku głównym narzędziem badawczym. Nowym jakościowo wynikiem są natomiast histerezy sił osiowych i momentów w funkcji odkształceń oraz obrotów dla różnych kondygnacji analizowanego budynku wysokiego. Duże znaczenie dla praktyki inżynierskiej mają wnioski płynące z tych analiz, w których wskazano, iż badany komin zachowuje się liniowo-sprężyste do pochylenia granicznego wynoszącego 80 mm/m, podczas gdy analogiczne pochylenie budynku wysokiego jest równe 20 mm/m. Zauważono też, co jest zgodne z intuicją inżynierską i stanowi potwierdzenie słuszności przyjętej metodologii, że modelowane pochylenie zwiększa siły

wewnętrzne w górnych partiach konstrukcji (około 66% wysokości) zmniejszając jednocześnie ich wartości w partiach dolnych (33% ich wysokości).

Kolejna praca [4], znacząco krótsza od pozostałych, była poświęcona badaniu wpływu podatności podłoża gruntowego na odpowiedź konstrukcji na drgania sejsmiczne i analizę taką przeprowadzono w odniesieniu do smukłych konstrukcji wieżowych poddanych kołysaniu. W celu przeprowadzenia symulacji komputerowej wykorzystano dane sejsmiczne wykorzystane wcześniej w pozycji [1] oraz ogólnie znany program MES SAP 2000. Zastosowano model wspornikowy komina i relatywnie prostą dyskretyzację z wykorzystaniem 17stu elementów skończonych. Płaski model komina ma skończoną sztywność obrotową, której wartość została obliczona dla różnych typów podłoża; efekt analizy został porównany z efektem nieskończonego sztywnego podłoża, który jest najczęściej stosowany w praktyce inżynierskiej. W pracy zaprezentowano rozkłady momentu zginającego na wysokości komina dla różnych modeli podłoża gruntowego, a także wkład czynnika rotacyjnego do całkowitego momentu zginającego; sporządzone wykresy pokazują wyraźnie zróżnicowane trendy dla odmiennych rodzajów podłoża budowlanego. Jakkolwiek Autorzy pracy określili ją jako analizę wstępną, to uzyskany wniosek ma charakter dość ogólny i stwierdza, że uwzględnienie skończonej wartości podatności podłoża gruntowego powoduje zmniejszenie wielkości sił wewnętrznych w konstrukcji i wpływ ten jest bardziej widoczny dla wzbudzeń obrotowych niż dla poziomego przesuwu. Rezultaty te otrzymano dla wzbudzenia znanego z pracy [1] i zaznaczono, iż odpowiedź konstrukcji dla bardziej intensywnych obciążeń sejsmicznych może przynieść inne efekty wymagające dalszych studiów. Na uwagę zasługuje fakt, iż praca stanowi pierwszy rozdział tej książki, a więc spotkał się z uznaniem i wyróżnieniem redaktorów kolekcji.

W pozycji [5] przedmiotem analiz numerycznych było kołysanie stalowej wieży górniczej, co jak podkreślają Autorzy jest raczej rzadko spotykane w literaturze inżynierskiej; baza *Scopus* wykazuje tu tylko kilka artykułów. Wieża miała wysokość 63.70 metra i została zespawana z dwuteowników IPE600 oraz ceowników C400, a jej trójwymiarowy model numeryczny wykonano również w programie SAP 2000. W pracy widać wyraźnie większą dbałość o szczegóły analizy obliczeniowej, gdyż stwierdza się wyraźnie, iż zastosowano w niej trójwymiarowe elementy belkowe zgodne z modelem Timoshenki, natomiast analiza dynamiczna została przeprowadzona z wykorzystaniem metody superpozycji modalnej o określonym kroku czasowym i współczynniku tłumienia; do opisu dołączono również algorytm symulacji komputerowej. Poszukiwanie odpowiedzi dynamicznej zostało poprzedzone analizą częstości drgań własnych wieży, natomiast analiza sejsmiczna została wykonana przy użyciu danych pochodzących z poprzednich prac, tj. z terenu Górnego Śląska i z Kefalonii. Przedstawione w pracy rezultaty obejmują przyspieszenia poziome oraz kołyszące z podziałem na wkład przemieszczeniowy oraz obrotowy, jak również wykresy przemieszczeń oraz sił tnących, na których porównano odpowiedź konstrukcji bez i z uwzględnieniem rotacji. Praca ta zdecydowanie rozszerza horyzont badawczy o smukłe konstrukcje stalowe, widać udoskonalony i lepiej opisany numeryczny warsztat badawczy, ale także pojawia się w niej określenie „*healthy*” w odniesieniu do konstrukcji charakteryzującej się dobrym stanem z relatywnie niewielkimi uszkodzeniami.

Praca [6] jest monografią Habilitanta, składa się z 244 stron ujętych w 9 rozdziałów, bibliografię, załączniki (6), spis rysunków, a także wykaz tabel; przegląd literatury związanej z ukończeniem dzieła wymagał zebrania i przejrzenia 340 pozycji książkowych i artykułów naukowych. Praca wydana przez macierzystą jednostkę była recenzowana przez prof. dr hab. inż. Andrzeja Ubysza i dr hab. inż. Łukasza Jankowskiego, prof. IPPT PAN. Praca ta poświęcona monitorowaniu stanu konstrukcji (*Structural Health Monitoring*) zawiera, nieco odmiennie do analizowanych powyżej pozycji, głównie aspekty eksperymentalne dotyczące monitorowania stanu belek betonowych zbrojonych tradycyjnymi prętami stalowymi, gdzie belki stalowe pełnią jedynie rolę pomocniczą.

Niewątpliwie mocną stroną monografii jest rozbudowany przegląd literatury, co zważywszy na zainteresowanie tą tematyką i jej burzliwy rozwój w ostatnich latach jest niezwykle cenne. Przegląd ten umożliwia potencjalnemu czytelnikowi szybkie rozpoznanie aktualnej problematyki w zakresie eksperymentalnego badania stanu konstrukcji betonowych, a także zastosowania w tym zakresie metod sztucznej inteligencji, czy też teorii falek. Przegląd ten został podzielony na kilka części i tak Rozdział 2. zawiera przegląd prac z zakresu wykorzystania pochodnych postaci, rotacji i krzywizny osi elementów do monitorowania stanu konstrukcji. W kolejnym rozdziale Autor dokonał przeglądu prac dotyczących badań nad wykorzystaniem rotacji do analizy modalnej i monitorowania konstrukcji. W Rozdziale 4. Czytelnik może znaleźć opis monitorowania konstrukcji żelbetowych za pomocą pomiarów drgań, a Rozdział 5. przedstawia prace poświęcone identyfikacji mas w wybranych konstrukcjach budowlanych. Do słabszych stron należy tutaj podział treści pomiędzy poszczególne rozdziały i tak np. Rozdział piąty zawiera jedynie pojedynczą kartkę tekstu. Pewne zastrzeżenie metodologiczne można również zgłosić co do zakresu analizy SHM, gdyż zawiera ona nie tylko same zagadnienia monitorowania realizowane na drodze eksperymentalno-numerycznej, ale także prognozowania trwałości (lub niezawodności) konstrukcji poddanych procesom pękania, czy też korozji; ten aspekt nie został uwypuklony przez Habilitanta.

Część badawcza i nowatorska monografii to Rozdziały 6-8, podsumowane ostatecznie w Rozdziale 9. W pierwszym z nich Habilitant opisuje model numeryczny i zagadnienie jego aktualizacji wraz z przyrostem uszkodzeń (wraz ze skróconym przeglądem literatury), a także eksperymentalną analizą modalną z wykorzystaniem młotka modalnego. Do rekonstrukcji rozkładu sztywności badanych konstrukcji z uszkodzeniami wykorzystano metodę optymalizacji opartą o algorytmy genetyczne; w podrozdziale 6.1.3 opisano szczegóły implementacji komputerowej, a także czas przeprowadzanych symulacji. Rozdział ten wieńczy opis analizy modalnej z wykorzystaniem gęstości mocy widmowej, funkcji odpowiedzi częstotliwościowej, zespolonej wykładniczej metody najmniejszych kwadratów, dziedziny częstotliwości estymowanej z wykorzystaniem metody najmniejszych kwadratów, dzięki którym ostatecznie wyznaczone są mody przemieszczeniowe i obrotowe. Całą metodologię dobrze przedstawia algorytm na Rys. 8 ze str. 73.

Rozdział 7. opisuje zastosowanie czujników rotacyjnych do identyfikacji rozkładu masy w belkach. W pierwszej jego części przeprowadzono i opisano analizy numeryczne oraz

eksperymentalne tej identyfikacji wykonane dla belki stalowej. Odpowiednie modele wykonano w środowisku MATLAB z wykorzystaniem belkowych elementów skończonych zgodnych z teorią Eulera-Bernoulliego, a identyfikację przeprowadzono z wykorzystaniem błędu średniego i maksymalnego. Przeprowadzone symulacje komputerowe dotyczyły belki swobodnie podpartej, a także wspornikowej z różnymi rozkładami mas skupionych na długości (trzy w pierwszym przypadku i jeden – w drugim). Uzyskane wyniki przedstawiają średni i maksymalny błąd towarzyszący identyfikacji rozkładu masy z porównaniem składowej translacyjnej i rotacyjnej. Część druga, tj. podrozdział 7.2, zawiera opis metodologii badań eksperymentalnych przeprowadzonych z wykorzystaniem czujników MEMS analizujących przemieszczenia i obroty dla dwuteowych belek stalowych; dodatkowo, w badaniach tych wykorzystano powszechnie stosowany system ARAMIS. Badania te wykonano dla belki swobodnie podpartej, a także dla belki o swobodnych końcach podwieszanej symetrycznie na długości za pomocą dwóch sprężyn o łącznej masie 51.95 kg (wraz z farbą i czujnikami). Belki te były obciążane ruchomymi masami o masie (siedem różnych wartości z zakresu 250 g – 6.65 kg), co zostało wykorzystane do rozwiązania problemu identyfikacji rozkładu masy metodą numeryczną przedstawioną w poprzednim podrozdziale. W obydwu przypadkach pierwsze trzy postacie drgań własnych (przemieszczeniowe oraz obrotowe) wyznaczone dwoma różnymi typami czujników wykazały bardzo dobrą zgodność. Habilitant porównał ze sobą wyniki identyfikacji rozkładów mas wykonane za pomocą trzech następujących konfiguracji czujników: (i) przemieszczeniowych, (ii) obrotowych oraz (iii) przy ich jednoczesnym wykorzystaniu. Poza wieloma wnioskami dotyczącymi błędów w procesie identyfikacji i jego źródeł pojawiają się dwa, natury ogólnej, które mają znaczenie zarówno dla dalszych eksperymentów przeprowadzonych przez Habilitanta, jak i dla kolejnych prac badawczych w tej dziedzinie. Przeprowadzone eksperymenty pokazują po pierwsze, iż obrotowe postacie drgań własnych otrzymane z wykorzystaniem czujników obrotowych mogą być zastosowane w technice aktualizacji modelu do rekonstrukcji rozkładu sztywności belek. Po drugie, zapewnienie najlepszej jakości wyników identyfikacji wymaga wstępnej kalibracji z wykorzystaniem modelu bez dodatkowych mas. Habilitant w swojej monografii nie wspomina natomiast, czy opisaną metodologię można byłoby zastosować np. do belek o zmiennej wysokości środnika na długości, które mają istotne znaczenie praktyczne w budownictwie. Pewną wątpliwość w badaniach opisanych w Rozdziale 7. może budzić jedynie relatywnie mała liczba wykorzystanych elementów skończonych – w podrozdziale 7.1 było to 16, natomiast w podrozdziale 7.2 – jedynie 12 belkowych elementów skończonych. Badając błędy w poszczególnych modelach należałoby jednak przynajmniej w jednym przypadku zweryfikować jakościowy i ilościowy wpływ liczby elementów skończonych na badane wielkości.

Rozdział 8. jest najważniejszą i najdłuższą zarazem częścią monografii – liczy 70 stron i jest poświęcony w całości rekonstrukcji rozkładu sztywności belek betonowych zbrojonych prętami stalowymi i szklanymi przy użyciu czujników obrotów. Podobnie do poprzedniego rozdziału mamy tu podział na zagadnienia analizy modalnej (8.1), a także rekonstrukcję rozkładu sztywności przeprowadzoną dla belek swobodnie podpartych oraz belek ze swobodnymi końcami (8.2). Badania przeprowadzono dla belek wykonanych z betonu wysokowytrzymałego (UHPC o oznaczonej wytrzymałości na kostkach sześciennych podanych na str. 233 – 121.77 oraz 237.70 MPa) o wymiarach 0.24 m x 0.20 m x 6.00 m. Na uwagę zasługuje wykorzystanie

czujników rotacyjnych Gladiator G105Z, które charakteryzują się dużą redukcją poziomu szumów, wykazują małą wrażliwość na zmiany temperatury, dużą trwałość i są projektowane głównie do zastosowań w lotnictwie. W przypadkach tych belek położenie siły się nie zmienia w trakcie badania, przyrasta natomiast znacząco jego wartość. Odpowiednie diagramy przedstawiają widok z boku badanych belek w poszczególnych stadiach deformacji, a także inwentaryzację uszkodzeń (postępującego zarysowania i pęknięcia) wraz z narastaniem obciążenia. Skala tych rysunków jest nieco zbyt mała i lepiej było umieścić je w załączniku w nieco większej skali, gdyż pełna inwentaryzacja uszkodzeń obejmuje również pomiar długości i szerokości rozwarcia rys, co miałoby duże znaczenie praktyczne. Wyniki eksperymentalne dotyczące częstości drgań własnych zostały uzyskane przy zastosowaniu młotka modalnego PCB 086D20 przy zastosowaniu testu drgań harmonicznym *Tira Inertial Vibration Test System* TV 51165-IN. Uzyskane dla obydwu belek pierwsze trzy częstości drgań własnych i związane z nimi wielkości tłumienia przedstawiono w funkcji kolejnych stanów zniszczenia wywołanych narastającymi siłami; dane te wykazują znaczącą wrażliwość tych częstości na wywołane uszkodzenia. Zestawiono również parami wykresy kolejnych postaci drgań własnych (przemieszczeniowych oraz obrotowych) dla wszystkich przeprowadzonych cyklicznych testów belek, gdzie najwyraźniejsze różnice otrzymano dla trzeciej postaci drgań, co Czytelnik może stwierdzić samodzielnie. Druga część tego rozdziału została w całości poświęcona chyba najciekawszej części tej monografii, czyli rekonstrukcji rozkładu sztywności w analizowanych wcześniej belkach betonowych, która została zrealizowana przy wykorzystaniu testowanych wcześniej algorytmów genetycznych i programu MES napisanego w systemie MATLAB (niestety Habilitant nie zamieścił kodu źródłowego, ani też nie zidentyfikował metody rozwiązywania głównego układu równań MES). Dane zostały zaprezentowane w postaci współczynnika α służącego do modyfikacji wyjściowego momentu bezwładności, oczywiście również niezależnie dla kolejnych cykli niszczenia badanych belek. Porównanie zostało przeprowadzone w formie tabelarycznej, a także z pomocą wykresów z rozbiciem na dane odpowiadające niezależnie przemieszczeniom, obrotom, a w końcu – łączne dane. Już pobieżna analiza wykazuje, że duże zmiany wartości tego współczynnika pomiędzy kolejnymi fazami zachodzą w kolejnych fazach niszczenia belki dla translacyjnej pierwszej postaci drgań własnych (Tablica nr 31, str. 157), co, jak skomentowano w pracy, wyklucza te dane z dalszej analizy. Badane belki dość szybko tracą swoją sztywność, której zmiana w pełnym cyklu niszczenia wynosi prawie 50%. Należy tu podkreślić bardzo dużą zbieżność obliczanych wielkości z rozwiązaniem porównawczym (np. por. Rys. 92, 95 i 96). W podsumowaniu tego rozdziału znajdują się uwagi dotyczące znaczącego spadku podstawowej częstości drgań własnych wywołanych zniszczeniem wynikającym z przyłożonego obciążenia quasi-statycznego (sformułowanie „statyczne” nie jest tu chyba najbardziej adekwatne). Autor jednocześnie odnotował ogólny wzrost współczynników tłumienia, ale w niektórych przypadkach odnotowano spadek pod koniec procesu obciążania. Na zakończenie rozważań Habilitant rekomenduje czujniki obrotowe do pomiaru obrotowych postaci drgań własnych i zauważa, iż ich wykorzystanie zwiększa efektywność rekonstrukcji rozkładu sztywności w stosunku do czujników przemieszczeń. Ciekawym wnioskiem jest natomiast stwierdzenie, iż dla pomijalnie małych wartości sił poprzecznych obrotowe postacie drgań własnych można otrzymać stosując schemat różnicowy do wartości uzyskanych z czujników przemieszczeniowych; nie wskazano jednak ograniczenia na wartości tych sił.

W dwu i pół stronicowych wnioskach (Rozdział 9.) Habilitant powtórzył przede wszystkim jeden z powyższych wniosków, iż zastosowanie czujników rotacyjnych pozwoliło na rozwinięcie nowej, bardzo efektywnej metody rekonstrukcji rozkładu sztywności dla belek żelbetowych. Wynikło to z następujących Jego zdaniem przyczyn: (i) zastosowane metody są mniej wrażliwe w fazie zniszczenia konstrukcji niż inne metody lokalizacji, (ii) nie ma konieczności redukcji liczby niewiadomych w trakcie aktualizacji modelu, (iii) zastosowanie tradycyjnych tensorów odkształceniowych może prowadzić do dużych błędów pomiarowych w przypadku analizy zniszczenia materiału.

Podkreślone zostało tutaj również, iż sama metodologia stosowania czujników obrotowych wraz z aktualizacją modelu została wstępnie przetestowana na zagadnieniach identyfikacji rozkładu masy w przypadku belek stalowych. Trudno oczywiście nie zgodzić się z tymi wnioskami, ale pamiętać należy, że badania prowadzono na betonach wysokowytrzymałych i uogólnianie konkluzji na wszystkie betony zbrojone tradycyjnym zbrojeniem prętami stalowymi wymaga ostrożności. Stan zarysowania i spękania tradycyjnych betonów może przebiegać znacznie szybciej i zastosowanie takiej ilości aktualizacji modelu może być niewystarczające. Jednocześnie należy zauważyć, że analizowane belki są relatywnie smukłe, a w praktyce inżynierskiej stosuje się przekroje o znacząco mniejszej smukłości, co może mieć pewien wpływ na uzyskane wyniki i wnioski.

Jako szczególnie cenne osiągnięcia badawcze opisane w monografii Habilitant wymienił:

- [1] wspólne zastosowanie czujników przemieszczeniowych i obrotowych, które znacznie zwiększa dokładność w procesie identyfikacji rozkładu masy zależną od liczby postaci drgań własnych i poziomu szumu pomiarowego,
- [2] zastosowanie czujników obrotu zwiększa dokładność przy rekonstrukcji rozkładu sztywności uszkodzonych belek niezależnie od błędów pomiarowych,
- [3] zmniejszenie fałszywych alarmów zagrożenia awarią w analizie SHM może zostać zasadniczo zredukowane poprzez porównanie rozkładu sztywności pomierzonego czujnikami obrotowymi z rozkładem uzyskanym metodą różnic centralnych.

Wnioski te są w pełni uzasadnione i wykraczają nawet nieco poza tematykę i badania opisane w pracy. Szczególnie ostatni wniosek może mieć duże znaczenie przy rozwijaniu ogólnodostępnych aplikacji komórkowych do monitorowania budynków rozwijanych obecnie na świecie. Na zakończenie tego rozdziału Habilitant wskazuje, całkiem celnie, kierunki dalszych badań, gdzie na pierwsze miejsce wysuwa się zastosowanie probabilistycznych (statystycznych) metod aktualizacji modelu. Będzie to oczywiście wymagało zastąpienia tradycyjnej analizy MES jest stochastycznym odpowiednikiem, tym niemniej strategia ta jest rozwijana obecnie w kilku znanych ośrodkach zajmujących się analizą SHM.

W podsumowaniu należy stwierdzić, iż monografia [6] zawiera wiele cennych i unikalnych rezultatów dotyczących eksperymentalnej i numerycznej analizy modalnej belek stalowych i żelbetowych ukierunkowanych na identyfikację rozkładu masy oraz na badanie wpływu postępujących uszkodzeń na ich odpowiedź dynamiczną. Monografia ta jest napisana w sposób

zrozumiały i logiczny, bogato ilustrowana wynikami, zdjęciami stanowisk badawczych, a także zawiera wiele przemyśleń Habilitanta, a nade wszystko cennych z teoretycznego i praktycznego punktu widzenia wniosków.

Znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport może zostać określony z jednej strony jako eksperymentalne i numeryczne modelowanie zachowania się wysokich konstrukcji budowlanych wskutek obciążeń sejsmicznych wywołujących ich obrót, kołysanie, jak również przechylenie z uwzględnieniem parametryzacji podatności podłoża gruntowego (osiągnięcie naukowe nr 2). Jednocześnie przeprowadził On wiele cennych symulacji komputerowych oraz eksperymentów laboratoryjnych z zakresu monitorowania stanu systematycznie uszkodzanej konstrukcji belki żelbetowej, a także identyfikacji rozkładu masy na jednoprzęsłowych belkach stalowych. Badane uszkodzenia były cyklicznie inwentaryzowane, a wyznaczenie rozkładów sztywności na poszczególnych etapach uszkodzenia zostało wykonane za pomocą analizy modalnej (osiągnięcie naukowe nr 1). Całościowy wkład Habilitanta jest nie tylko znaczny, ale również znaczący ze względu na szereg ciekawych i ważnych praktycznie wniosków określających wpływ badanych zjawisk i parametrów na odpowiedź konstrukcji, szczególnie w zakresie dynamicznym. W trakcie kompletowania swojego dorobku habilitacyjnego dr Bońkowski wykazał się profesjonalnym opracowywaniem danych pomiarowych, prezentacji uzyskanych wyników w modelach obciążonych statycznie i dynamicznie, budowania modeli numerycznych badanych problemów sejsmicznych w różnych systemach MES i związanej z nimi analizy wrażliwości, a także wykorzystania środowiska matematycznego MATLAB w opracowaniu danych i optymalizacji z wykorzystaniem algorytmów genetycznych. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż każda z publikacji składających się na obydwie osiągnięcia naukowe przedstawia rozwiązanie innego, oryginalnego problemu inżynierskiego, w którym decydujące znaczenie mogą mieć drgania sejsmiczne; widać też wyraźną różnicę pomiędzy artykułami [1-5], a monografią [6].

Na podstawie tej analizy można stwierdzić jednoznacznie, iż przedstawiona monografia spełnia wymagania art. 219 ust. 1 pkt 2a Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, natomiast przedstawiony zbiór publikacji stanowi cykl powiązanych tematycznie artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie czasopism, zgodnie z art. 219, ust. 1, pkt. 2b tej Ustawy. Habilitant nie przedstawił natomiast żadnego zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego lub artystycznego zgodnie z art. 219, ust. 1, pkt. 2c przywoływanej Ustawy.

4. Opis i ocena aktywności poza głównym osiągnięciem naukowym

Nie ma najmniejszych wątpliwości, że dorobek Habilitanta poza głównym osiągnięciem naukowym jest również imponujący jak na Jego wiek. Na ten dorobek składają się w pierwszym rzędzie publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora w postaci 8 artykułów w recenzowanych czasopismach naukowych, wśród których przeważają zdecydowanie *Materiały Budowlane*.

Dorobek publikacyjny po uzyskaniu stopnia doktora ma całkiem inny charakter jakościowy – prawie wszystkie przedstawione artykuły pochodzą z międzynarodowych czasopism wiodących w dziedzinie, którą dr Bońkowski się zajmuje (łącznie było ich 6). Uwagę niewątpliwie przykuwa tu pozycja [3], pt. „Rotation, strain, and translation sensors performance tests with active seismic sources” opublikowana wraz z trzydziestoma ośmioma współautorami w znanym czasopiśmie wydawnictwa MDPI - *Sensors*. Świadczy to o bardzo efektywnej współpracy i pozycji międzynarodowej zespołu badawczego, w którym dzieło naukowe było kompletowane. Tematyka tych artykułów jest zbieżna z przedstawionym cyklem prac [1-6], więc widać, że Habilitant spośród dotychczas zgromadzonego dobrego dorobku naukowego wybrał jedynie połowę lepszych. Jego zdaniem prac do przedstawienia Recenzentom jako cykl publikacji z monografią. Co ciekawe, w wybranym zestawie nie znalazła się praca opublikowana w czasopiśmie *Mechanical Systems and Signal Processing*, która miała maksymalną ilość punktów w wykazie czasopism MEiN, a która również traktowała o ilościowej analizie utraty sztywności w belkach z wykorzystaniem czujników obrotowych. Temat ten idealnie pasuje do rozważań przeprowadzonych w Rozdziale 8. przedłożonej monografii. Warto przytoczyć tutaj, iż w większości przypadków kandydaci do stopnia doktora habilitowanego przedstawiali dotychczas albo monografię albo tematyczny cykl artykułów, tak więc wniosek przedstawiony przez dr Bońkowskiego dobrze świadczy o Jego dużych ambicjach naukowych.

Podczas przeglądania najświeższego dorobku naukowego Habilitanta Recenzent znalazł jeszcze trzy najświeższe prace, nieujęte w przedstawionej dokumentacji. Są to następujące prace, które dobrze wpisują się w tematykę głównego osiągnięcia naukowego:

- [1] Nalepka, M., Zembaty, Z., Bońkowski, P.A., Online damage monitoring of inelastic seismic response of a reinforced concrete structure. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 2024, 208, 111001;
- [2] Zembaty, Z., Bońkowski, P.A., Jaworski, M.A., Gribovski, K., Seismic Vulnerability of a Slender Stalagmite. *Journal of Earthquake Engineering*, 2023, 27(4), pp. 878–897;
- [3] Chmielewski, T., Bońkowski, P.A., Wind as a natural hazard in Poland. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2023, 23(12):3839-3844.

Jak widać, zainteresowania naukowe Habilitanta są głębokie, dobrze ukierunkowane na zagadnienia poruszone w pozycjach składających się na przedstawiony do oceny dorobek habilitacyjny. Gwarantuje to dalszy ciąg ciekawej i dynamicznie rozwijającej się kariery naukowej dr Bońkowskiego. Jego dorobek naukowy poza głównym dziełem naukowym przedstawionym we wniosku jest niewątpliwie wyróżniający i zasługuje na uwagę wielu młodych naukowców.

Podkreślić w tym miejscu należy również międzynarodową aktywność naukową poza zatrudniającą go na stałe instytucją naukową. Jego współpraca z Ludwig Maximilian University w Monachium przy kompletowaniu wyżej wymienionej publikacji wielo-autorskiej opublikowanej w czasopiśmie *Sensors*, a także wspólne badania z Geodetic and Geophysical Institute w Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Eotvos Lorand Research

Network na Węgrzech odnośnie analizy stalagmitu w kontekście ryzyka sejsmicznego spełniają wymogi art. 219 ust. 1 pkt 3 Ustawy.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę zakres, znaczenie, poziom naukowy i innowacyjność przedstawionego do oceny obydwu osiągnięć naukowych, ich znaczenia dla krajowej gospodarki, a także współpracę z przemysłem, doświadczenie we współpracy międzynarodowej oraz liczne nagrody i wyróżnienia Recenzent jednoznacznie popiera wniosek dra inż. Piotra Bońkowskiego o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie *Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport*. Jednoznacznie pozytywną ocenę wspiera również dorobek naukowy Kandydata poza głównym osiągnięciem naukowym, którego łączny *impact factor* może być nawet większy od tego, który ma samo osiągnięcie. Działalność naukowa w innych instytucjach naukowych poza Politechniką Opolską również została odnotowana i oceniona pozytywnie. Na podkreślenie zasługuje również relatywnie krótki okres czasu, w którym zgromadzono cały dorobek stanowiący podstawę wniosku obejmujący okres około 5 lat, co jednoznacznie wskazuje na duży potencjał badawczy Kandydata i Jego ponadprzeciętne umiejętności. Niedostatki i uwagi krytyczne wyrażone przez Recenzenta przy omawianiu kolejnych pozycji literaturowych składających się na główne osiągnięcie naukowe, a także brak osiągnięć wymienionych w art. 219 ust. 1 pkt 2c nie mają wpływu na ostateczną pozytywną ocenę dorobku i mogą posłużyć Habilitantowi przy Jego kolejnych pracach badawczych.

Zdaniem Recenzenta cały dorobek publikacyjny ze szczególnym uwzględnieniem obydwu osiągnięć naukowych wskazanych przez Habilitanta we wniosku, stanowią znaczny wkład w dyscyplinę *Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport*, a Jego wkład w powstanie publikacji składających się na te osiągnięcia był dominujący. Przeprowadzone badania naukowe dotyczyły aktualnej i ważnej tematyki związanej z działalnością inżynierską i zostały upublicznione w wiodących periodykach w wyżej wymienionej dyscyplinie. Żadne z czasopism, które Habilitant wybrał do publikacji swoich wyników nie bierze za priorytet skrócenia czasu publikacji do minimum, ale jakość pracy i jej recenzji. Prezentował On wyniki swoich badań wielokrotnie na ważnych konferencjach krajowych i międzynarodowych o tematyce związanej z sejsmologią, monitorowaniem konstrukcji, metodami komputerowymi w mechanice, szkodami górnictwami i konstrukcjami betonowymi, co świadczy o bardzo szerokim spektrum zainteresowań Kandydata z jednej strony, a z drugiej – o możliwościach stosowania zaproponowanej metodyki badawczej. Istotną okolicznością przedstawionego osiągnięcia naukowego, świadczącą o dużym zaangażowaniu Habilitanta jest fakt, iż dorobek badawczy, zarówno eksperymentalny, jak i publikacyjny, został zgromadzony w okresie pandemii, co znacznie utrudniało prowadzenie badań laboratoryjnych.

Marcin Kamiński


Prof. dr hab. inż. Marcin Kamiński
Zakład Niezawodności Konstrukcji
POLITECHNIKA ŁÓDZKA
90-524 Łódź, Al. Politechniki 6
tel./fax 42 631-35-71