

Wpłynęło

2024 -02- 07

.....  
Data



.....  
Podpis

Prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec

Gliwice, 2.02.2024 r.

Katedra Konstrukcji Budowlanych

Zespół Konstrukcji betonowych i murowych

Wydział Budownictwa

Politechnika Śląska

Ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice

## Recenzja

dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego  
w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Piotra Bońkowskiego

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania recenzji jest pismo z dnia 26.10.2023 r. Prorektora ds. ogólnych i operacyjnych Politechniki Opolskiej prof. dr hab. inż. Tomasza Boczara, informujące o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr inż. Piotra Bońkowskiego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Otrzymana dokumentacja, tj. pismo i wniosek Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego wraz z załącznikami, została przygotowana zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (tekst ujednolicony Dz. U. z 2023 r. poz. 742).



Dokumentacja przesłana do oceny zawiera tytuły dwóch osiągnięć naukowych, zgłoszonych przez Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego:

- ❑ Osiągnięcie nr 1 dotyczące wykorzystania pomiarów dynamicznych rotacji do monitorowania zmian sztywności uszkodzonych belek żelbetowych, zostało zawarte w monografii naukowej: „Application of Rotation Rate Sensors for Structural Health Monitoring of Reinforced Concrete Beams”, wydanej przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Opolskiej w 2023 r.(ISBN 978-83-66903-36-4)
- ❑ Osiągnięcie nr 2 stanowi cykl pięciu współautorskich publikacji dotyczących wpływów statycznych i dynamicznych rotacji podłoża na odpowiedź sejsmiczną smukłych konstrukcji budowlanych.

Przekazana do oceny dokumentacja zawiera:

- Wniosek,
- Dane wnioskodawcy,
- Dylom doktora poświadczony za zgodność z oryginałem,
- Autoreferat w języku polskim,
- Wykaz osiągnięć naukowych stanowiący znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- Monografię (osiągnięcie nr 1),
- Cykl publikacji wchodzących w skład osiągnięcia nr 2,
- Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych,
- Oświadczenia współautorów odnośnie wkładu w powstaniu publikacji wchodzących w skład osiągnięcia nr 2.

**Na podstawie otrzymanej dokumentacji stwierdzam, że oceniany dorobek można zakwalifikować do dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.**



## **2. Charakterystyka Kandydata**

Kandydat ukończył dwustopniowe studia wyższe. Dyplom inżyniera uzyskał w 2014 r. na Politechnice Wrocławskiej (temat pracy: „Projekt żelbetowej wieży przesiewaczy kruszywa”, promotor: dr inż. Maciej Yan Minch”). Dyplom magistra Kandydat uzyskał również na Politechnice Wrocławskiej (temat pracy: „Kształtowanie konstrukcji budowlanych na terenach szkód górniczych w obrębie LGOM”, promotor: dr inż. Maciej Yan Minch”). Stopień doktora Kandydat uzyskał w 2018 r. na Politechnice Opolskiej (temat pracy doktorskiej: „Rotational effects for slender building structures under seismic excitations (Efekty rotacyjne smukłych konstrukcji budowlanych obciążonych sejsmicznie)”, promotor: prof. dr hab. inż. Zbigniew Zembaty, promotor pomocniczy: dr inż. Maciej Yan Minch, recenzenci prof. dr hab. inż. Robert Jankowski oraz dr hab. inż. Piotr Ruta, prof. P.Wr.).

W latach 2015-2018 Piotr Bońkowski był zatrudniony jako Asystent na Politechnice Opolskiej, na Wydziale Budownictwa i Architektury w Katedrze Mechaniki, Konstrukcji Budowlanych i Inżynierskich i tam jednocześnie w latach 2016-2018 odbył Studia Doktoranckie. Po obronie doktoratu od 2018 r. do chwili obecnej jest zatrudniony w Katedrze Mechaniki, Konstrukcji Budowlanych i Inżynierskich na stanowisku Adiunkta.

## **3. Ocena dorobku naukowego**

Oba osiągnięcia zgłoszone we Wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dotyczą zagadnienia wykorzystania pomiarów rotacji i analizy wpływów rotacji na konstrukcje inżynierskie. Osiągnięcie nr 1 dotyczy wykorzystania pomiarów dynamicznych rotacji do monitorowania zmian sztywności uszkodzonych belek żelbetowych, natomiast osiągnięcie nr 2 dotyczy wpływów statycznych i dynamicznych rotacji podłoża na odpowiedź sejsmiczną smukłych konstrukcji budowlanych.



Osiągnięcie nr 1 zostało szczegółowo opisane w monografii „Application of Rotation Rate Sensors for Structural Health Monitoring of Reinforced Concrete Beams”, której recenzentami byli: prof. dr hab. inż. Andrzej Ubysz oraz dr hab. inż. Łukasz Jankowski prof. Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie. Rozdział 1 zawiera wprowadzenie do omawianej tematyki oraz zakres pracy. W rozdziale 2 opisano przegląd literatury dotyczący wykorzystania pochodnych postaci, rotacji i krzywizny osi w monitorowaniu stanu konstrukcji. Rozdział 3 stanowi ciąg dalszy przeglądu literatury obejmującej badania eksperymentalne nad wykorzystaniem rotacji w analizie modalnej i monitorowaniu konstrukcji. Rozdział 4 zawiera przegląd literatury z obszaru monitorowania stanu konstrukcji żelbetowych za pomocą pomiarów drgań. Przegląd literaturowy został podzielony na dwie części. W części pierwszej opisano metody, których celem jest wykrycie uszkodzenia i jego ewentualna lokalizacja, natomiast w części drugiej prace dotyczące szacowania rozkładów sztywności w uszkodzonych konstrukcjach żelbetowych. W rozdziale 5 omówiono wybrane prace z zakresu identyfikacji mas w konstrukcji. W rozdziale 6 opisano zastosowaną metodologię aktualizacji modelu numerycznego i analizy modalnej. Autor wykorzystał tu metodę aktualizacji modelu numerycznego (*model updating method*). Metoda ta polega na takiej zmianie parametrów modelu numerycznego aby uzyskać jak najlepsze dopasowanie charakterystyk modalnych modelu numerycznego i charakterystyk modalnych rzeczywistej konstrukcji. W rozdziale 7 wykonano analizę wykorzystania pomiarów rotacji w identyfikacji dodatkowej masy w elementach belkowych. Wykonano analizy numeryczne belki wolnopodpartej i wspornikowej. Zbadano wpływ szumu pomiarowego i ilości dostępnych postaci drgań na wyniki identyfikacji mas. Przedstawiono rezultaty badań eksperymentalnych dotyczących poszukiwania dodatkowych mas zamocowanych na belce stalowej IPE 100 o długości 6 m. W rozdziale 8 wykonano analizę wykorzystania pomiarów prędkości rotacji w rekonstrukcji sztywności belek żelbetowych. W tym celu przebadano trzy belki wykonane z wysokowytrzymałego betonu. Belki te były stopniowo uszkodzane. Po każdym etapie uszkodzenia wykonano inwentaryzację zarysowań oraz analizę modalną z wykorzystaniem translacyjnych akcelerometrów MEMS i czujników MEMS prędkości rotacji. Na bazie pomiarów drgań otrzymano translacyjne i rotacyjne postacie drgań. Postacie te posłużyły do otrzymania rozkładów sztywności w poszczególnych etapach uszkodzenia. Różnice sztywności pomiędzy stanem uszkodzonym a





belką nieuszkodzoną zestawiono z zinwentaryzowanymi rysami. W rozdziale 9 podsumowano wykonane badania i podano płynące z nich wnioski.

W Autoreferacie Kandydat podkreśla, że najważniejszymi oryginalnymi osiągnięciami naukowo-badawczymi opisanymi w monografii są:

- ❑ wykonanie szczegółowych przeglądów literaturowych z zakresu wykorzystania pochodnych postaci drgań w wykrywaniu uszkodzeń, wykorzystania pomiarów rotacji do monitorowania konstrukcji, metod monitorowania stanu konstrukcji żelbetowych.
- ❑ Numeryczna i eksperymentalna analiza wykorzystania pomiarów rotacji do identyfikacji dodatkowych mas w konstrukcji. Wykazanie, że korzystając z postaci rotacyjnych można poprawić dokładność lokalizacji masy.
- ❑ Wykonanie eksperymentalnych analiz wykorzystania pomiarów rotacji w monitorowaniu spadków sztywności uszkodzonych belek żelbetowych. Pokazanie, że pomiary rotacji poprawiają dokładność szacowania spadków sztywności.
- ❑ Zaproponowanie metody monitorowania spadków sztywności opartej na łącznym zastosowaniu bezpośrednio zmierzonych postaci rotacyjnych i obliczonych postaci rotacyjnych ze zmierzonych postaci translacyjnych.

**Analizując uzyskane wyniki badań i wyciągnięte wnioski Recenzent uważa, że cele badań zostały osiągnięte. Metody pomiarowe opisane w monografii mogą być przydatne w projektowaniu i rozbudowie systemów monitorowania konstrukcji żelbetowych. Czujniki rotacji mogą być stosowane niezależnie od innych systemów pomiarów lub mogą takie systemy uzupełniać.**

Osiągnięcie nr 2 wpływów statycznych i dynamicznych rotacji podłoża na odpowiedź sejsmiczną smukłych konstrukcji budowlanych. Osiągnięcie to składa się z cyklu 5 współautorskich publikacji Kandydata. Artykuły opublikowano w prestiżowych czasopismach, a w każdym z nich Kandydat ma największy 50% udział. W pracy *Bońkowski P.A., Zembaty Z.*,



Minch M.Y., (2018). *Time history response analysis of a slender tower under translational-rocking seismic excitations. Engineering Structures, vol. 155, 387-393* opisano wyniki pomiarów dwóch wstrząsów górniczych. Mierzono 6 składników (trzy translacje i trzy rotacje) wstrząsów górniczych. Wyniki pomiarów wykorzystano do analizy wpływu rotacji podłoża na odpowiedź 160 m komina przemysłowego. Przeprowadzono analizę typu time-history odpowiedzi sejsmicznej komina na rotacje i odpowiadające im translacje. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że wpływ wymuszenia rotacyjnego na odpowiedź wysokiego komina przemysłowego jest znaczący i sięga od 18% w górnej części komina do 65% w dolnej części.

W pracy Bońkowski P.A., Zembaty Z., Minch M.Y., (2019). *Engineering analysis of strong ground rocking and its effect on tall structures. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, vol. 116, 358-370* dokonano szczegółowej analizy wpływu rotacji zarejestrowanych w 2014 r. na Greckiej wyspie Kefalonia na konstrukcje budowlane. Dla obrobionych zapisów obliczono spektra częstotliwościowe oraz spektra odpowiedzi w tym rotacyjne spektra odpowiedzi. Zauważono, że szczególnie narażonymi na rotacje konstrukcjami są te o krótkich okresach drgań własnych. W przeciwieństwie do wymuszenia translacyjnego, siły wywołane przez rotacje podłoża o danej charakterystyce są zależne, oprócz od częstotliwości drgań własnych konstrukcji, także od jej wysokości. W celu przeanalizowania tego efektu zaproponowano zastosowanie specjalnego translacyjno-rotacyjnego spektrum odpowiedzi. W dalszej części pracy przeanalizowano wpływ rotacji podłoża na odpowiedź modelowych budynków: 10- i 30-piętrowego. Stwierdzono, że dla analizowanych konstrukcji wpływ rotacji dochodził do około 17%.

W pracy Bońkowski P.A., Zembaty Z., Minch M.Y., (2019). *Seismic effects on leaning slender structures and tall buildings. Engineering Structures, vol. 198, 109518* podjęto próbę analizy wpływu wstrząsów górniczych na konstrukcje pochylone i wpływu tego pochylenia na osłabienie nośności konstrukcji poddanej obciążeniom naturalnej lub indukowanej sejsmiczności. W programie Seismostruct bazującym na metodzie elementów skończonych wykonano nieliniowe modele dwóch konstrukcji żelbetowych: 160 m komina przemysłowego zaprojektowanego głównie z uwagi na obciążenie wiatrem i 30-piętrowego budynku biurowego. Konstrukcje te zamodelowano uwzględniając różny stopień wstępnego



pochylenia. W przypadku analizowanego komina żelbetowego stwierdzono, że zachowuje on sprężyste właściwości do pochylenia około 80 mm/m, a w przypadku analizowanego budynku zauważono, że zachowuje on sprężyste właściwości do pochylenia około 20 mm/m.

Publikacja *Bońkowski P., Zembaty Z., Minch M.Y., (2020). Effect of soil compliance on seismic response of slender towers under rocking excitations, in: Köber D. et al. (eds.), Seismic Behaviour and Design of Irregular and Complex Civil Structures III. Springer, ISBN 978-3-030-33532-8, pp 3-10* stanowi uzupełnienie pierwszej z opisanych wyżej prac. W ramach tej pracy wykonano analizę wpływu podatności podłoża na odpowiedź dynamiczną komina żelbetowego poddanemu translacyjno-rotacyjnemu wymuszeniu wstrząsem górniczym. W analizie użyto rzeczywistych zapisów translacyjno-rotacyjnych drgań podłoża. Podatność podłoża została zamodelowana w postaci sprężystej rotacyjnej podpory, której sztywność została oszacowana dla typowych warunków gruntowych wg normy EN 1998-1. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że zwiększona podatność podłoża powoduje redukcje sił wewnętrznych w analizowanej konstrukcji. Większą redukcję zauważono dla wymuszenia składnikiem rotacyjnym niż dla wymuszenia składnikiem translacyjnym wstrząsu górniczego.

W ostatniej publikacji cyklu: *Bońkowski P.A., Kuś J. & Zembaty Z., (2021). Seismic rocking effects on a mine tower under induced and natural earthquakes. Archives of Civil and Mechanical Engineering 21, 65* wykonano analizę wpływu składnika rotacyjnego wstrząsów górniczych i naturalnych trzęsień ziemi na odpowiedź dynamiczną stalowej wieży górniczej. W analizie użyto rzeczywistych zapisów translacyjno-rotacyjnych. Tak jak w przypadku analiz wcześniejszych konstrukcji zauważono skomplikowany wpływ składnika rotacyjnego wstrząsów górniczych i naturalnych trzęsień ziemi, który może zarówno zwiększać jak i redukować całkowite siły wewnętrzne w konstrukcji.

W Autoreferacie Kandydat podkreśla, że najważniejszymi oryginalnymi osiągnięciami naukowo-badawczymi opisanego cyklu publikacji są:

- Wykonanie analiz wpływu składnika rotacyjnego naturalnych trzęsień ziemi i wstrząsów górniczych na odpowiedź dynamiczną wybranych konstrukcji z wykorzystaniem rzeczywistych zapisów translacyjno-rotacyjnych drgań podłoża.





- ❑ Wykazanie, że dynamiczne rotacje podłoża istotnie wpływają na odpowiedź dynamiczną wysokich, smukłych konstrukcji budowlanych.
- ❑ Wykonanie analizy wpływu podatności podłoża na udział składnika rotacyjnego wstrząsów górniczych w odpowiedzi dynamicznej komina przemysłowego.
- ❑ Analiza wpływu wstępnego pochylenia wysokich, smukłych konstrukcji na ich odpowiedź dynamiczną od naturalnych trzęsień ziemi i wstrząsów górniczych.
- ❑ Porównanie otrzymanych wyników z zaleceniami technicznymi dotyczącymi obiektów posadowionych na terenie szkód górniczych w zakresie jednoczesnego wpływu pochylenia obiektów i wstrząsów górniczych.

**Analizując uzyskane wyniki badań i wyciągnięte wnioski Recenzent uważa, że cele badań zostały osiągnięte.**

Kandydat, oprócz monografii cyklu 5 prac zgłoszonych jako główne osiągnięcie opublikował po doktoracie w sumie 21 autorskich i współautorskich publikacji, w tym 2 rozdziały w monografiach, 6 artykułów w czasopiśmie i 13 referatów na konferencjach.

Analiza zawartości monografii, rozdziałów w monografiach i artykułów wskazuje na to, że są one podsumowaniem dotychczasowych badań i doświadczeń Kandydata na temat analiz obiektów budowlanych, ze szczególnym uwzględnieniem wpływów dynamicznych. Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć Kandydata (znacznym wkład w rozwój dyscypliny) można zaliczyć:

- ❑ Przeprowadzanie badań belek żelbetowych z uwzględnieniem pomiarów rotacji.
- ❑ Wykonanie analiz pozwalających na wykazanie, że korzystając z pomiarów rotacji można monitorować spadki sztywności uszkodzonych belek żelbetowych.
- ❑ Zaproponowanie metody monitorowania spadków sztywności opartej na łącznym zastosowaniu bezpośrednio zmierzonych postaci rotacyjnych i obliczonych postaci rotacyjnych ze zmierzonych postaci translacyjnych.





- Przeprowadzenie złożonych analiz i obliczeń numerycznych różnych obiektów budowanych pod kątem wpływu składnika rotacyjnego naturalnych trzęsień ziemi i wstrząsów górniczych na odpowiedź dynamiczną konstrukcji.

Podsumowując ogólną ocenę zgłoszonego osiągnięcia naukowego można stwierdzić, że publikacje są powiązane tematycznie i mają wartość praktyczną i poznawczą. Kandydat prezentował wiele prac na konferencjach i sympozjach oraz publikował w czasopiśmie krajowych i zagranicznych. W ostatnich latach wyraźnie zwiększył aktywność publikacyjną. **Uważam, że dorobek Kandydata spełnia wymogi *Ustawy o stopniach naukowych i tytułach naukowych* i stanowi znaczny wkład w rozwój reprezentowanej dyscypliny naukowej.**

#### 4. Ocena istotnej aktywności naukowej

Dorobek Kandydata po doktoracie obejmuje 26 pozycji, w tym: 1 autorską monografię, 3 rozdziały w monografiach, 9 współautorskich publikacji w czasopiśmie (wszystkie z IF) i 13 referatów na konferencjach. Wśród tych publikacji jest tylko jedna publikacja bez współautorów (Seminarium w Holandii). Liczba publikacji Kandydata nie jest wybitna, jednakże dobre publikacje w czasopiśmie pozwoliły na uzyskanie niezłych wskaźników bibliograficznych. W zależności od bazy wskaźniki te na dzień złożenia wniosku były następujące:

- Baza Web of Science – 93 cytowania (80 bez autocytowań), indeks Hirscha – 5,
- Baza Scopus – 110 cytowań (96 bez autocytowań), indeks Hirscha – 6,
- Baza Google Scholar – 176 cytowań (150 bez autocytowań), indeks Hirscha – 6,

Sumaryczny Impact Factor wynosi 32,218.

Kandydat wygłosił 13 referatów na krajowych i międzynarodowych konferencjach.

Kandydatka odbyła dwa staż naukowy na University of Grenoble-Alpes oraz prowadził prace 3 badawcze w innych ośrodkach naukowych niezwiązanych z Politechniką Opolską.



Kandydatka jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma *Sustainability* oraz recenzentem czasopisma *Energies*. Recenzował 44 artykuły w czasopismach naukowych.

W trakcie pracy na Uczelni Kandydat uczestniczył w 6 projektach krajowych.

Kandydat brał udział w opracowaniu 7 ekspertyz i projektów.

Za wykonane prace naukowo-badawcze Kandydat otrzymał 12 nagród.

**Moja ocena aktywności naukowej Kandydata jest pozytywna.**

## **5. Ocena dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego**

Kandydat prowadził zajęcia dydaktyczne na Politechnice Opolskiej do 2015 r. Prowadził następujące zajęcia na studiach I-go stopnia: Technologia informacyjna (laboratorium), Mechanika Teoretyczna I (wykład), Mechanika Teoretyczna II (wykład i projekt), Konstrukcje betonowe 1 (projekt), Konstrukcje betonowe 2 (projekt), Komputerowe wspomaganie projektowania (laboratorium); oraz następujące kursy na studiach II-go stopnia: Programowanie metod numerycznych w Matlabie (Wykład i projekt), Betonowe budowle specjalne (projekt). Kandydat prowadził także zajęcia w języku angielskim dla studentów ERASMUS+: Introduction to Seismic Engineering.

Kandydat był promotorem 3 prac inżynierskich i 4 prac magisterskich.

Kandydat był promotorem pomocniczym 2 zakończonych prac doktorskich i jest promotorem pomocniczym w kolejnych dwóch pracach doktorskich będących w toku.



W ramach prac organizacyjnych na Uczelni w latach 2017-2018 Kandydat pełnił stanowisko przewodniczącego Wydziałowej Rady Doktorantów Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Opolskiej, a także członka Rady Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Opolskiej z ramienia doktorantów, był także członkiem Wydziałowej Rady ds. jakości kształcenia. W 2020 r. został wybrany do Wydziałowego Kolegium Elektorów z grupy pozostałych nauczycieli akademickich.

W ramach działalności popularyzującej w dniu 15.01.2022 r. wraz z mgrem inż. Piotrem Bobrą Kandydat wygłosił wykład dla Dziecięcej Politechniki Opolskiej pt.: Wszystko się rusza, czyli o pomiarach drgań budowli. Ponadto, wraz z mgrem inż. Piotrem Bobrą, nagrał odcinek Politechniki Dziecięcej dla TVP3. Kandydat umieścił także film promujący wykonywane badania na platformie YouTube.

**Dorobek dydaktyczny, popularyzatorski i organizacyjny Kandydata oceniam pozytywnie.**

## **6. Wniosek końcowy**

Uwzględniając przedstawione powyżej oceny osiągnięcia naukowego, istotnej aktywności naukowej oraz dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego, stwierdzam, że od uzyskania stopnia doktora nauk technicznych w 2018 r. dr inż. Piotr Bońkowski znacznie wzbogacił swój dorobek i wniósł twórczy wkład o dużym znaczeniu aplikacyjnym w diagnostykę konstrukcji żelbetowych. Jego osiągnięcia czynią zadość wymaganiom stawianym w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (tekst ujednolicony Dz. U. z 2023 r. poz. 742) w aspekcie ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

**Popieram wniosek o nadanie dr inż. Piotrowi Bońkowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.**

Prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec