

Recenzja
osiągnięć naukowych w postępowaniu habilitacyjnym
dr inż. Tomasza Andrzeja Falborskiego

1. Podstawa formalna i prawna opracowania

Podstawą niniejszego opracowania są następujące dokumenty:

- a) Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Gdańskiej dr hab. inż. Michała Nitki, prof. PG, l.dz. 444/WILiŚ/2025 z dnia 05.06.2025 r.
- b) Pismo Rady Doskonałości Naukowej DRKN.Z2.400.39.2025 z dnia 13.04.2025 r.
- c) Uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Gdańskiej nr 51/2025 z dnia 21.05.2025 r.
- d) Dokumentacja elektroniczna dołączona do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport dr inż. Tomasza Andrzeja Falborskiego z dnia 05.03.2025 r.
- e) Ustawa z dnia 20.07.2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 ze zm.).

2. Sylwetka dr inż. Tomasza Andrzeja Falborskiego (Habilitanta)

Dr inż. Tomasz Andrzej Falborski jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Inżynierii Budowlanej Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej. W jednostce tej jest zatrudniony od 2009 r., kiedy to podjął pracę na stanowisku asystenta stażysty na ostatnim roku studiów. Na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej Habilitant uzyskał także w 2010 r. tytuł magistra inżyniera budownictwa (praca magisterska pt.: „*Stalowa konstrukcja 4-kondygnacyjnego budynku biurowego*” - wyróżniona w konkursie zorganizowanym przez Gdański Oddział Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa). W 2015 r. w tej samej jednostce uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo (rozprawa doktorska pt.: „*Study on properties of polymer as a material for seismic isolation bearings*”).

Dr inż. Tomasz Andrzej Falborski posiada uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń. Posiada także uprawnienia zawodowe w zakresie szacowania nieruchomości.

3. Ocena przedstawionych osiągnięć naukowych

Podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego są następujące dwa osiągnięcia:

- Osiągnięcie nr 1. Cykl publikacji naukowych pt.: **Analiza odpowiedzi sejsmicznej i bezpieczeństwa stalowych budynków szkieletowych ze szczególnym uwzględnieniem sztywności węzłów i połączeń.**
- Osiągnięcie nr 2. Cykl publikacji naukowych pt.: **Analiza efektywności pasywnych metod redukcji drgań obiektów budowlanych podczas trzęsień ziemi.**

Szczegółowa ocena tych osiągnięć znajduje się w kolejnych punktach.

3.1. Ocena osiągnięcia nr 1

Na to osiągnięcie składa się 6 publikacji:

[A.1] T. Falborski, P. Torres-Rodas, F. Zareian, A. Kanvinde, Effect of Base-Connection Strength and Ductility on the Seismic Performance of Steel Moment-Resisting Frames, *Journal of Structural Engineering* 146(5) (2020) 04020054. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0002544](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002544). Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 140, IF: 4,1.

[A.2] T. Falborski, A.S. Hassan, A. Kanvinde, Column base fixity in steel moment frames: Observations from instrumented buildings, *Journal of Constructional Steel Research* 168 (2020) 105993. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.105993>. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 140, IF: 3,6.

[A.3] T. Falborski, A. Kanvinde, Estimation of nonstructural stiffness in instrumented steel frames, *Engineering Structures* 255 (2022) 113947. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.113947>. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 140, IF: 5,5.

[A.4] T. Falborski, Alternative approach for damping coefficient estimation in instrumented first-mode dominant steel frame buildings, *Measurement* 249 (2025) 117006. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.117006>. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 200, IF: 5,2.

[A.5] T. Falborski, G. Murtas, A. Elkady, D. Lignos, A. Kanvinde, Evaluation of overstrength-based interaction checks for columns in steel moment frames, *Journal of Constructional Steel Research* 224 (2025) 109123. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2024.109123>. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 140, IF: 4,0.

[A.6] T. Jaroszewski, M. Miari, T. Falborski, R. Jankowski, Shaking table experimental study on models of steel buildings with different types of joints, *Measurement* 206 (2023) 112260. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.112260>. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 200, IF: 5,2.

Jedną z przedstawionych publikacji to artykuł, w którym Habilitant jest jedynym autorem. Do pozostałych publikacji Habilitant dołączył informacje o własnym wkładzie i oświadczenia współautorów potwierdzających wkład i znaczącą rolę Habilitanta w powstaniu danej pracy.

W publikacji [A.1] wykonano numeryczną analizę wpływu sposobu zaprojektowania żelaznowanych podstaw słupów w wielokondygnacyjnych niestężonych ramach stalowych (*steel moment-resisting frames - SMF*) na nieliniową odpowiedź sejsmiczną. W ramach analiz wykonano modele czterech budynków o zróżnicowanej wysokości w zaawansowanym programie

metody elementów skończonych (MES) OpenSEES. W modelach uwzględniono zarówno nieliniowości geometryczne, jak i materiałowe. Budynki zostały zaprojektowane zgodnie z wytycznymi norm budowlanych obowiązującymi w Stanach Zjednoczonych, tj. ASCE 7 i AISC 341. Podstawy słupów zostały zaprojektowane z uwzględnieniem różnych wartości współczynników redukujących siły sejsmiczne i współczynników zwiększających wymaganą nośność szczególnych obszarów konstrukcji (R i Ω_0). Dodatkowym parametrem było przeprowadzenie analiz przy założeniu sztywnego zamocowania słupów lub rzeczywistą podatność połączenia. Wykonano analizy nieliniowe typu *pushover* i całkowania w dziedzinie czasu (*time-history*). Najważniejszymi wnioskami z analiz było wykazanie, że podstawy słupów mogą zostać zaprojektowane na siły mniejsze niż wynika to z granicy plastyczności słupów (pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej możliwości obrotu podstawy) oraz wykazanie, że w przeprowadzonych analizach nieliniowych podatność słupów ma niewielki wpływ na rezultaty obliczeń. Wnioski te są niewątpliwie istotne z punktu widzenia praktyki projektowej. Pewnym brakiem powyższej pracy jest brak odniesienia się do norm europejskich. Z pewnością pozwoliłoby to na większe uogólnienie wniosków. W przyszłości habilitant mógłby także podjąć się analizy wrażliwości (*fragility analysis*) badanych zagadnień. W artykule nie przedstawiono (przynajmniej w sposób jawny) kalibracji parametrów nieliniowych węzłów, nie uwzględniono interakcji podłoże-konstrukcja (*soil-structure interaction – SSI*), czy nie uwzględniono zmiennej siły osiowej na parametry przegubu plastycznego w węźle. Na plus należy zaznaczyć zauważenie dwóch ostatnich elementów przez autorów artykułu.

W ramach artykułu [A.2] przeanalizowano eksperymentalnie wpływ sposobu zamocowania słupa z fundamentem na podatność połączenia. W tym celu wykorzystano pomiary drgań zarejestrowanych na czterech ramowych budynkach stalowych (SMF), w których połączenie słupa z fundamentem nie było lub było zabetonowane. Podatność połączenia słupów z fundamentem została wyznaczona kalibrując ww. parametr poprzez minimalizację błędu między zarejestrowaną odpowiedzią konstrukcji, a odpowiedzią otrzymaną poprzez analizę dynamiczną modeli MES budynków. W pracy tej stwierdzono, że w przypadku zabetonowanego połączenia słupa, elementy te można analizować jako sztywno zamocowane. Jest to zgodne z wcześniejszymi wnioskami z pracy [A.1]. W przypadku niezabetonowanych połączeń uwzględnienie podatności połączenia zwiększa dokładność otrzymanych rezultatów. W pracy tej jedynym kalibrowanym parametrem była podatność połączenia słupów z fundamentem. W związku z tym, otwarte pozostaje pytanie na ile jakościowo i ilościowo wpłynęłaby kalibracja większej ilości parametrów. W celu wyznaczenia tłumienia konstrukcji i sztywności elementów niekonstrukcyjnych budynków opracowano metodę identyfikacji parametrów. W zaproponowanej metodzie identyfikacji wymagana jest informacja o wartościach prędkościach i przemieszczeń drgań budynku. Z uwagi na to, że pomiary drgań prowadzi się najczęściej mierząc przyspieszenia, powstaje pytanie jak *postprocessing* danych pomiarowych wpłynął na otrzymane parametry. Pomocne w tym zakresie mogłoby być zestawienie wyników z inną metodą operacyjnej identyfikacji modalnej. Szerzej opracowana metoda zostanie skomentowana przy okazji prac [A.3] i [A.4]. Pomimo powyższych uwag, praca ta stanowi cenną pomoc przy modelowaniu tego typu konstrukcji.

W pracy [A.3] rozwinięto i dalej zweryfikowano metodę identyfikacji sztywności elementów niekonstrukcyjnych opracowaną w ramach analiz przeprowadzonych w [A.2]. W artykule wykorzystano dane eksperymentalne ze stołów sejsmicznych. Zaproponowana metoda jest metodą identyfikacji w dziedzinie czasu. Sprowadza się ona do przyrównania sił bezwładności z siłami powstałymi w wyniku odkształceń elementów w chwilach czasowych, których względna prędkość pomiędzy kondygnacjami jest równa zero. Wg autorów, w tej metodzie należy

analizować względne prędkości jedynie dla kondygnacji poniżej weryfikowanej kondygnacji k (wzory 1-3). Mogłoby to jednak spowodować istnienie sił tłumienia z uwagi na ruch kondygnacji powyżej. Wydaje się jednak, że jest to jedynie kwestia mało czytelnego opisu metody w artykule. Metoda identyfikacji wymaga całkowania zmierzonych przyspieszeń, co może wpływać na wyniki. Metoda wymaga także rozbudowanego systemu pomiarowego na analizowanej konstrukcji. Szczególnie z uwagi na wymóg zastosowania większej ilości czujników do zmierzenia obrotów, sztywność $k_{\theta\theta}$ jest narażona na błędy, co mogło odzwierciedlić się w otrzymanych wynikach dla budynku #2. W pracy ograniczono się do pracy konstrukcji w zakresie sprężystym. Względem pracy [A.2] metoda została przede wszystkim rozbudowana o identyfikację elementów macierzy sztywności znajdujących się poza główną przekątną. Opracowana metoda jest ciekawa. Poza wymogiem ilości wymaganych punktów pomiarowych jest zasadniczo prosta w implementacji. W przyszłości może być chętnie wykorzystywana do identyfikacji sztywności elementów niekonstrukcyjnych.

W pozycji [A.4] szerzej przeanalizowano eksperymentalnie metodę identyfikacji tłumienia konstrukcji opracowaną w ramach przeprowadzonych analiz [A.2]. Wykorzystano przy tym badania ram stalowych przeprowadzone na stole sejsmicznym w Politechnice Gdańskiej. Metodologia zaproponowana w pracy jest zbliżona do algorytmu opisanego w [A.3]. Analizowane są przy tym chwile czasowe, w których względne przemieszczenie kondygnacji jest równe zeru. Podobnie jak w przypadku poprzedniej pracy, algorytm może być stosunkowo prosto zaimplementowany. Habilitant zaproponował metodę jako możliwą alternatywę do identyfikacji tłumienia w konstrukcjach w których istnieją np. tłumiki drgań. Niestety metoda ta nie została zweryfikowana, choćby numerycznie, dla takiego przypadku. Brakuje również porównania zaproponowanej techniki identyfikacji tłumienia z metodami operacyjnej analizy modalnej, które są licznie wykorzystywane do identyfikacji parametrów istniejących konstrukcji budowlanych.

Pewne wątpliwości może budzić uwzględnienie w powyższym cyklu prac [A.3] i [A.4]. Prace te tematycznie najbardziej odbiegają od pozostałych publikacji z cyklu. Dotyczą one metod identyfikacji parametrów budynków i mogą zostać zastosowane także do konstrukcji żelbetowych. Niemniej, w publikacjach tych zostały one przestudiowane na konstrukcjach stalowych. Można zatem stwierdzić, że przedstawione przez Habilitanta publikacje spełniają wymóg Ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce tj. stanowią „*cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b*” tejże Ustawy.

W artykule [A.5] wykonano numeryczne analizy budynków SMF w celu weryfikacji zaleceń amerykańskiej normy AISC 341-22 odnoszących się do uwzględnienia interakcji siła osiowa – moment zginający przy projektowaniu słupów stalowych. Wykonano analizę kilkunastu budynków o zbliżonej geometrii, w których elementy zostały zaprojektowane wg różnych zaleceń projektowych. Wykonano liniowe analizy w programie ETABS, nieliniowe typu *pushover* i *time-history* w programie OpenSees i nieliniowe w programie Abaqus (dla wybranego elementu). Najważniejszym wnioskiem z analiz jest konkluzja, że obecne zalecenia projektowe normy amerykańskiej, które pomijają współczynnik zwiększający obciążenie Ω przy weryfikacji interakcji, są w zasadzie wystarczające z uwagi na inne dodatkowe wymogi tej normy. W tym kontekście zastanawiająca jest jedynie ilość przekroczenia stanów nośności dla wymuszenia na poziomie MCE dla budynku 2.5 w porównaniu do budynku 1.4. Niemniej, wniosek dot. uwzględnienia interakcji jest ważny z punktu widzenia praktyki projektowej jak i podczas tworzenia kolejnych

edycji normy. Należy zaznaczyć, że w artykule tym poruszono także problematykę normy europejskiej w tym zakresie.

Publikacja [A.6] jest analizą wpływu węzłów na odpowiedź sejsmiczną ram stalowych. W ramach badań wykonano eksperymenty na stole sejsmicznym Politechniki Gdańskiej ram stalowych z węzłami spawanymi, uszkodzonymi lub wzmocnionymi. W badaniach wykazano wpływ podatności węzłów na odpowiedź konstrukcji. Wyniki badań uzupełniają wiedzę z obszaru związanego m.in. z wpływem wielokrotnych wstrząsów na odpowiedź sejsmiczną konstrukcji (np. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2004.08.005>).

Podsumowując całość osiągnięcia nr 1, mimo pewnych uwag, które mają na celu przede wszystkim nakierować na możliwe kierunki dalszego udoskonalania swoich badań, wnioski płynące z powyższych prac badawczych są istotne z punktu widzenia analizy i projektowania konstrukcji niestężonych ram stalowych na obciążenia sejsmiczne. Na uwagę niewątpliwie zasługuje uwzględnienie niektórych z wymienionych prac w poradniku *Design Guide 1: Base Connection Design for Steel Structures*. Wskazuje to na realny wpływ prowadzonych badań na otoczenie. Należy także podkreślić, że prace badawcze były w głównej mierze prowadzone w międzynarodowych zespołach, w których habilitant miał znaczący udział. **W mojej ocenie osiągnięcie to spełnia wymóg Ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym dot. znaczącego wpływu osiągnięcia w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.**

3.2. Ocena osiągnięcia nr 2

Na to osiągnięcie składa się 8 publikacji:

[B.1] T. Falborski, R. Jankowski, A. Kwiecień, Experimental study on polymer mass used to repair damaged structures, *Key Engineering Materials* 488-489 (2012) pp. 347-350. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.488-489.347>. Publikacja z listy B, liczba punktów wg roku wydania: 8, IF: brak danych.

[B.2] T. Falborski, R. Jankowski, Experimental Study on Effectiveness of a Prototype Seismic Isolation System Made of Polymeric Bearings, *Applied Sciences – Basel* 7(8) (2017) 808. <https://doi.org/10.3390/app7080808>. Publikacja z listy A (baza JCR), liczba punktów wg roku wydania: 25, IF: 1,7. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 100.

[B.3] T. Falborski, R. Jankowski, Advanced Hysteretic Model of a Prototype Seismic Isolation System Made of Polymeric Bearings, *Applied Sciences – Basel* 8(3) (2018) 400. <https://doi.org/10.3390/app8030400>. Publikacja z listy A (baza JCR), liczba punktów wg roku wydania: 25, IF: 2,2. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 100.

[B.4] T. Falborski, R. Jankowski, Behaviour of Asymmetric Structure with Base Isolation Made of Polymeric Bearings, in: Z. Zembaty, M. De Stefano (Eds.), *Seismic Behaviour and Design of Irregular and Complex Civil Structures II, Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering Vol. 40, Springer, Cham, 2016*, pp. 333-341. Liczba punktów wg roku wydania: 15 (rozdział w monografii indeksowanej w bazie Web of Science). Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 20 (rozdział w monografii tzw. I poziomu) – w autoreferacie występuje omyłka związana z błędną ilością punktów za rozdział w monografii.

[B.5] B. Sołtysik, T. Falborski, R. Jankowski, Study on Polymer Elements for Mitigation of Earthquake-Induced Pounding Between Buildings in Complex Arrangements, in: D. Köber, M. De Stefano, Z. Zembaty (Eds.), *Seismic Behaviour and Design of Irregular and Complex Civil Structures III, Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering Vol. 48, Springer, Cham,*

Switzerland, 2020, pp. 391-401. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 20 (rozdział w monografii tzw. I poziomu) – w autoreferacie występuje omyłka związana z błędną ilością punktów za rozdział w monografii.

[B.6] M. Akbari, J.P. Zand, T. Falborski, R. Jankowski, Advanced seismic control strategies for smart base isolation buildings utilizing active tendon and MR dampers, *Engineering Structures* 318 (2024) 118756. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.118756>. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 140, IF: 5,6.

[B.7] M. Akbari, M. Seifi, T. Falborski, R. Jankowski, Comparative analysis of seismic response reduction in multi-storey buildings equipped with base isolation and passive/active friction-tuned mass dampers, *Advances in Engineering Software* 198 (2024) 103765. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2024.103765>. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 140, IF: 4,0.

[B.8] M. Akbari, A.-A. Zamani, M. Seifi, B. Pantò, T. Falborski, R. Jankowski, An optimal nonlinear fractional order controller for passive/active base isolation building equipped with friction-tuned mass dampers, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 140 (2025) 108405. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2024.108405>. Liczba punktów wg aktualnego wykazu Ministra Nauki: 100, IF: 3,4.

Wszystkie publikacje są publikacjami wieloautorskimi do których Habilitant dołączył informacje o własnym wkładzie i oświadczenia współautorów potwierdzających wkład i znaczącą rolę Habilitanta w powstaniu publikacji.

W ramach artykułu [B.1] przedstawiono wyniki podstawowych badań materiałowych próbek walcowych masy polimerowej pod obciążeniem dynamicznym. Masa ta charakteryzuje się nieliniowymi właściwościami, które są zależne od prędkości odkształceń. Opis badań cyklicznych jest nieczytelny, gdyż wprost nie sugeruje, że próbki były ścinane tak jak to zostało opisane przez Habilitanta w autoreferacie. Rezultaty tych badań stanowią wstęp do dalszych analiz.

W pracy [B.2] szerzej przeanalizowano masę polimerową z [B.1]. Wykonano analizę DMA – tj. przebadano wpływ temperatury na właściwości dynamiczne masy. Wykazano stosunkowo stabilne właściwości masy w zakresie temperatur od -20°C do 40°C . Następnie, przy użyciu masy polimerowej skonstruowano prototyp łożysk mający na celu izolować sejsmicznie konstrukcje budynków. Łożyska zostały przetestowane w badaniach jedno i dwukondygnacyjnych ram stalowych na stole sejsmicznym Politechniki Gdańskiej. Modele poddano wymuszeniom typu *sine sweep*, wybranym zapisom naturalnych trzęsień ziemi i wstrząsu górniczego. Wykazano, że ramy posadowione na łożyskach charakteryzują się istotnie mniejszymi amplitudami odpowiedzi dynamicznej w porównaniu do ram sztywno zamocowanych. Z uwagi na charakter zastosowania materiału wydaje się ważne pytanie, jak właściwości materiału skalują się względem rzeczywistych obciążeń z konstrukcji i jak naprężenia ściskające wpływają na parametry dynamiczne masy polimerowej. Pomimo powyższej uwagi, badania te pozwalają na wprowadzenie nowego materiału jako możliwego do zastosowania w pasywnej izolacji sejsmicznej.

W ramach publikacji [B.3] podjęto się stworzeniu modelu matematycznego łożysk składających się z masy polimerowej analizowanych wcześniej w [B.2]. Na podstawie analizy pętli histerezy odpowiedzi prostego modelu eksperymentalnego, zbadanego na stole sejsmicznym Politechniki Gdańskiej, opracowano pięcioparametrowy model matematyczny. Opracowany model matematyczny łożyska wykorzystano w analizie numerycznej ram stalowych wymuszonych

kinematycznie z wykorzystaniem zapisów naturalnych trzęsień ziemi i wstrząsu górniczego. Wyniki analiz zestawiono z odpowiadającym im eksperymentem przeprowadzonym na stole sejsmicznym. Otrzymano zbliżone wyniki. Badania przeprowadzone w ramach tej pracy zostały dobrze przygotowane i opracowane. Wyniki są istotne z punktu widzenia poznawczego pracy badanych łożysk i możliwości ich realnego zastosowania w projektach wibroizolacji konstrukcji.

W pracy [B.4] wykonano analizę numeryczną nieregularnej konstrukcji posadowionej na łożyskach analizowanych w poprzednich artykułach. Utworzono model numeryczny 4-kondygnacyjnego budynku w programie MES MSC Marc® 2008. Budynek został wymuszony kinematycznie z wykorzystaniem zapisów naturalnych trzęsień ziemi. Porównano przyspieszenia węzłów z analogicznym budynkiem sztywno zamocowanym do podłoża. Otrzymano redukcję drgań w analizowanych węzłach. Badania zostały wykonane poprawnie. Należy jedynie zaznaczyć, że lepszym parametrem służącym do analizy efektywności łożysk byłaby analiza względnych przemieszczeń kondygnacji (*inter-storey drift*). Parametr ten jest dobrym wskaźnikiem uszkodzenia powstałego w konstrukcji. Powyższe analizy rozwijają wiedzę nt. możliwości zastosowania łożysk w bardziej skomplikowanych konstrukcjach.

W publikacji [B.5] eksperymentalnie przebadano możliwość zastosowania masy polimerowej jako zderzaka (*passive bumper*) w konstrukcjach, w których może występować zjawisko wzajemnego zderzania się ze sobą (*pounding effect*). Masa polimerowa została zamocowana na szczycie ram stalowych, które zostały przebadane na stole sejsmicznym Politechniki Gdańskiej. Ramy te zostały wymuszone kinematycznie z wykorzystaniem zapisów naturalnych trzęsień ziemi. Parametrem, który weryfikował redukcję drgań w wyniku zderzania się ze sobą ram, były zmierzone przyspieszenia konstrukcji. Badania zostały wykonane poprawnie. Opis wyników jest w pewnym stopniu niejasny, z uwagi na niepokrywanie się maksymalnych wartości przyspieszeń przedstawionych w tabeli 30.2 z wykresami przyspieszeń. Niezależnie od porównania wyników przyspieszeń maksymalnych i zapisów zmierzonych przyspieszeń, w badaniach wykazano redukcję drgań, w wyniku zastosowania masy polimerowej jako zderzak. Wyniki badań stanowią niewątpliwie ważny krok w implementacji powyższej masy. Kwestią otwartą pozostaje możliwość skalowania powyższego rozwiązania do konstrukcji rzeczywistych rozmiarów.

Praca [B.6] podejmuje problem zastosowania regulatora rozmytego (*interval type-2 Takagi-Sugeno fuzzy logic controller - IT2TSFLC*) w semiaktywnej izolacji sejsmicznej wielokondygnacyjnego budynku złożonego z tłumików magnetoreologicznych i aktywnych zastrzałów. W ramach analiz numerycznych porównano odpowiedź sejsmiczną budynku bez wibroizolacji, z wibroizolacją pasywną i ww. systemu wibroizolacji. Poszczególne właściwości wibroizolacji zostały zoptymalizowane na podstawie wymuszenia białym szumem. Na podstawie takich parametrów jak przyspieszenia drgań czy względne przemieszczenia kondygnacji stwierdzono, że proponowany system wibroizolacji jest najbardziej efektywnym. Pewnym brakiem analiz jest brak porównania wyników redukcji drgań uzyskanych przy pomocy innych systemów semiaktywnej izolacji. Należy jednak zauważyć, że powyższa praca rozwija wiedzę na temat możliwości kontroli drgań budynków.

W artykule [B.7] wykonano analizy numeryczne izolacji sejsmicznej budynku wielokondygnacyjnego z zastosowaniem pasywnej wibroizolacji, pasywnego tłumika masowego, aktywnego tłumika masowego z regulatorem PID i kombinacji poszczególnych elementów. Porównano efekt wibroizolacji, której parametry zostały zoptymalizowane na podstawie danego trzęsienia ziemi, i wibroizolacji z uśrednionymi parametrami. Autorzy zaznaczają przy tym, że pierwsze podejście jest niepraktyczne. Praca ta rozwija wiedzę na temat integracji badanych

systemów wibroizolacji. Ważnym wnioskiem z przeprowadzonych analiz jest informacja dot. wysokiej efektywności pasywnej wibroizolacji, której efekty mogą w pewnych przypadkach przewyższać efekty zastosowania wibroizolacji aktywnej.

W publikacji [B.8] numerycznie zbadano wpływ jednoczesnego zastosowania pasywnego tłumika masowego opartego na tarcu (*friction tuned mass damper – FTMD*) i wibroizolacji sejsmicznej z systemem aktywnym na redukcję drgań spowodowanych trzęsieniami ziemi budynku wielokondygnacyjnego. Dodatkowo, w systemie sterowania, zastosowano nieliniowy regulator rzędu ułamkowego (*nonlinear fractional-order controller - NFOC*). Proponowaną aplikację porównano z systemami pasywnymi opartymi na wibroizolacji sejsmicznej lub FTMD. Najważniejszym wynikiem analiz jest wykazanie wysokiej efektywności proponowanego rozwiązania. Sama publikacja ma zbliżony charakter do dwóch poprzednich prac z cyklu. Inkrementalnie poszerza wiedzę nt. aktywnej redukcji drgań.

W kontekście tytułu drugiego osiągnięcia habilitanta tj.: *Analiza efektywności pasywnych metod redukcji drgań obiektów budowlanych podczas trzęsień ziemi*, uwzględnienie prac [B.6], [B.7], [B.8] jest dyskusyjne. Głównym celem tych publikacji jest analiza aktywnych lub semiaktywnych metod redukcji drgań. Pasywne metody w tych pracach występują, jednak jedynie w roli punktu odniesienia do proponowanych innych rozwiązań. W moim odczuciu omawiane osiągnięcie lepiej charakteryzuje obszar *analizy efektywności redukcji drgań budynków zawierających elementy pasywnych metod izolacji drgań* lub podobny.

Tak ujmując przedstawiony cykl, **osiągnięcie nr 2 Habilitanta niewątpliwie spełnia wymóg Ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym dot. znaczącego wpływu osiągnięcia w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.** Habilitant w sposób kompleksowy zbadął, alternatywny materiał, względem np. łożysk opartych na materiałach gumowych, masy polimerowej w zastosowaniu wibroizolacji sejsmicznej budynku (w postaci łożysk i zderzaków). Na uznanie zasługuje przyznanie patentu PL226875, którego współautorem jest Habilitant. Najnowsze prace poszerzają wiedzę z zakresu systemów aktywnej wibroizolacji. Należy przy tym zaznaczyć, że trzy ostatnie publikacje habilitanta są napisane w ramach współpracy międzynarodowej co wskazuje na rozwój Habilitanta oraz umiejętność pracy i tworzenia większych zespołów badawczych.

4. Ocena pozostałego dorobku

Ustawa – Prawo o szkolnictwie wyższym wskazuje jedynie obowiązek recenzenta na ocenę *czy osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy.* Niemniej, ze względu na przyjętą powszechną praktykę oraz przedstawienie przez Habilitanta informacji o innych aktywnościach, poniżej zamieszczono ocenę pozostałego dorobku.

Według bazy Web of Science (WoS) dr inż. Tomasz Andrzej Falborski jest autorem 14 artykułów w recenzowanych czasopismach, z czego 2 nie zostały ujęte w wyżej omawianych osiągnięciach. Warto przy tym tu wymienić pracę M. Ebrahimian, M.I. Todorovska, T. Falborski, Wave method for structural health monitoring: testing using full-scale shake table experiment data, *Journal of Structural Engineering* 143(4) (2017) 04016217. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0001712](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001712), który powstał w ramach czteromiesięcznego stażu naukowego w University of Southern California w ramach projektu „Centrum Studiów Zaawansowanych – rozwój interdyscyplinarnych studiów doktoranckich na Politechnice Gdańskiej w obszarach kluczowych w kontekście celów Strategii Europa 2020”. Aktualnie baza WoS wymienia 28 publikacji, 288

cytowań (218 bez autocytowań) i h-index = 10 Habilitanta, z kolei baza Scopus po wyłączeniu autocytowań wszystkich współautorów wskazuje h-index prac habilitanta = 7. Powyższe dane wskazują, że prace dra inż. Tomasza Andrzeja Falborskiego są zauważalne w środowisku naukowym.

Habilitant **wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.** Łącznie zrealizował 6 zagranicznych staży naukowych. Staże te trwały maksymalnie cztery miesiące, jednak ich efektem są liczne publikacje w renomowanych czasopismach.

Warto także podkreślić, że Habilitant otrzymał europejski grant badawczy ERIES: Engineering Research Infrastructures for European Synergies (2022-2026): *Dissipative embedded column base connections interacting with soil for minimizing residual deformations*. Niestety, Habilitant nie zamieścił informacji dot. nru projektu, wielkości czy czasu finansowania.

Oprócz działalności naukowej Habilitanta należy także wysoko ocenić jego działalność dydaktyczną (współautorstwo podręcznika akademickiego T. Falborski, W. Knabe, A. Perliński, E. Urbańska-Galewska, *Wybrane zagadnienia projektowania stalowych konstrukcji prętowych*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2019); organizacyjną (m.in. członkostwo w komitetach konferencyjnych); popularyzatorską (m.in. pełnienie roli współopiekuna koła naukowego) i zawodową - na uwagę zasługuje posiadanie przez dra inż. Tomasza Andrzeja Falborskiego uprawnień budowlanych do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń.

Pozostały dorobek pana dra inż. Tomasza Andrzeja Falborskiego cechuje się dużą różnorodnością z istotnym wpływem na otoczenie.

5. Wniosek końcowy

Przedstawione obydwie osiągnięcia dra inż. Tomasza Andrzeja Falborskiego spełniają wymóg Ustawy z dnia 20.07.2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 ze zm.) dot. znaczącego wpływu osiągnięcia w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport. Habilitant wykazuje się także istotną działalnością w innych jednostkach naukowych, w tym w zagranicznych, a jego dorobek dydaktyczny czy organizacyjny należy wysoko ocenić. **W związku powyższym, jednoznacznie popieram wniosek dra inż. Tomasza Andrzeja Falborskiego o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.**