

**Recenzja wniosku dr inż. Jacka Szafrana o nadanie stopnia naukowego
doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo**

1. Przedmiot i podstawa opracowania recenzji

Przedmiotem recenzji jest wniosek dr inż. Jacka Szafrana o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego wszczętego w dniu 25 maja 2018 r., w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo. Postępowanie habilitacyjne prowadzi Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej.

Podstawą formalną opracowania recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. inż. Marka Lefika z dnia 15 października 2018 r., informujące o powołaniu mnie przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułu Naukowego (pismem Nr BCK – VI – L – 7460/18, z dnia 05.10. 2018 r.) na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Jacka Szafrana. Do pisma dołączono, w formie wydruku, wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego z dnia 22 maja 2018 r. wraz z 9 załącznikami w formie wydruku i 1 załącznikiem w formie elektronicznej. Na podstawie analizy przedstawionej dokumentacji stwierdzam, że oceniany dorobek naukowy, zawodowy i dydaktyczny Habilitanta należy uznać za odpowiedni dla dyscypliny naukowej *budownictwo*.

2. Sylwetka naukowa Kandydata

Dr inż. Jacek Szafran uzyskał w roku 2005 tytuł magistra inżyniera budownictwa na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej. Praca magisterska Habilitanta dotyczyła analizy możliwości dociążenia stalowych wież telekomunikacyjnych typu „Lewandowski”. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie budownictwa uzyskał dr inż. Jacek Szafran w 2011 roku na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej, na podstawie rozprawy pt. ”Analiza stochastyczna i niezawodność stalowych konstrukcji wież telekomunikacyjnych” wyróżnionej przez Radę Wydziału. Po ukończeniu studiów pracował przez rok jako asystent projektanta konstrukcji w biurze projektów „POLTEL” w Warszawie, a od roku 2006 do chwili obecnej w przedsiębiorstwie „Compact-Projekt” w Łodzi, jako inżynier budowy, asystent projektanta, a od roku 2011 jako główny projektant. W 2010 roku uzyskał uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno-budowlanej. Od października 2010 roku jest również zatrudniony na stanowisku asystenta w Zakładzie Konstrukcji Stalowych w Katedrze

Mechaniki Konstrukcji Politechniki Łódzkiej, a od kwietnia 2011 roku na stanowisku adiunkta w Zakładzie Niezawodności Konstrukcji tejże katedry.

Aktywność naukowa Habilitanta dotyczy zagadnień związanych z badaniami doświadczalnymi, probabilistyczną analizą nośności i dynamiki oraz oceną niezawodnością stalowych, kratowych konstrukcji wieżowych, w szczególności wież telekomunikacyjnych, a także z zastosowaniem metody perturbacyjnej do probabilistycznej analizy drgań i niezawodności obiektów wieżowych.

3. Ocena zgłoszonego osiągnięcia naukowego i naukowego – badawczego

3.1. Ogólna charakterystyka osiągnięcia naukowego

Habilitant przedstawił jako osiągnięcie naukowe cykl 23 publikacji pod wspólnym tytułem *„Eksperymentalna i komputerowa analiza niezawodności stalowych wież kratowych”*. Publikacje stanowią jednorodny tematycznie cykl, ale zakres zbieżności poszczególnych prac z określoną w tytule tematyką jest zróżnicowany. Tematyka przedstawionego prac cyklu jest zbliżona do tematu rozprawy doktorskiej Habilitanta pt. „Analiza stochastyczna i niezawodność stalowych konstrukcji wież telekomunikacyjnych”, ale zawiera nowe i rozszerzone ujęcie zagadnień rozważanych w pracy doktorskiej.

Cykl zawiera: 6 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) oraz 17 innych publikacji, w tym 2 uwzględnionych w bazie Web of Science, 6 rozdziałów w monografiach zawierających referaty z seminariów i konferencji naukowych, 5 artykułów zamieszczonych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym i 4 w czasopismach o zasięgu krajowym. 5 ze zgłoszonych prac (w tym 1 artykuł znajdujący się w bazie JCR) opublikowano przed uzyskaniem przez Habilitanta stopnia naukowego doktora. W związku z zapisem w „Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 (art.16, p.1), w ocenie osiągnięcia naukowego nie uwzględniono publikacji oznaczonych we wniosku symbolami: A5, A12, A13, A16 i A21. W recenzji odniesiono się do cyklu prac opublikowanych w latach 2011-2018, liczącego łącznie 18 pozycji, w tym:

- 5 artykułów w czasopismach znajdujących się w bazie JCR; 1 opracowany samodzielnie i 4 z jednym współautorem (deklarowany udział Habilitanta 70-80%),
- 13 publikacji spełniających wymagania określone w § 4. pkt. 1 i 2 Rozporządzenia MNiSW z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U. Nr 196, poz. 1165), w tym 2 publikacje znajdujące się w bazie Web of Science (współautorskie, deklarowany udział Habilitanta 80 i 50%), 4 rozdziały w monografiach zawierających referaty z międzynarodowych konferencji i seminariów naukowych (współautorskie, udział Habilitanta po 50%), 4 publikacje o zasięgu międzynarodowym (1 samodzielna, 3 współautorskie, udział habilitanta 70, 33 i 80%) oraz 3 publikacje w czasopismach o zasięgu krajowym (współautorskie, udział Habilitanta 70, 50 i 80%). Wszystkie prace poza 3 zamieszczonymi w czasopismach krajowych zostały opublikowane w języku angielskim. Dwie publikacje, w tym jeden artykuł z listy JRC, zostały opracowane samodzielnie, a pozostałe są efektem współpracy zespołowej, w tym 11 w zespole dwuosobowym i 6 w zespołach trójosobowych.

Z oświadczeń współautorów wynika, że chociaż tylko dwie publikacje zostały samodzielnie opracowane przez Habilitanta, to jest on głównym autorem prac z przedstawionego cyklu.

Osiągnięcie naukowe przedstawione przez Habilitanta zostało zatytułowane „*Eksperymentalna i komputerowa analiza niezawodności stalowych wież kratowych*”. Sformułowanie „eksperymentalna analiza niezawodności” jest niefortunne. W zgłoszonym cyklu publikacji nie zdefiniowano innej niż probabilistyczna miara niezawodności, a analiza wyników badań eksperymentalnych rozważanych wież kratowych nie zawiera badań statystycznych niezawodności.

3.2. Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe Habilitanta jest związane ze szczególnym rodzajem obiektów inżynierskich jakimi są stalowe wieże kratowe powszechnie używane jako konstrukcje wsporcze m.in. w energetyce i telekomunikacji, gdzie są konstrukcjami powtarzalnymi występującymi w bardzo dużej liczbie. Ze względu na wysokie koszty ekonomiczne i społeczne katastrof i awarii systemu energetycznego oraz łączności, niezawodność ich elementów, w tym konstrukcji wsporczych, jest zagadnieniem o bardzo dużym znaczeniu. Duża liczba i powtarzalność rozwiązań konstrukcji wież wymusza optymalizację kosztów ich budowy, sprowadzającą się przede wszystkim do minimalizacji ich masy. Dlatego podjęcie przez Habilitanta tematyki badań niszczących w skali naturalnej i analizy niezawodności stalowych wież kratowych jako przedmiotu badań i analiz uważam za decyzję trafną zarówno z naukowego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia.

W celu realizacji głównego zadania badawczego związanego z optymalizacją masy konstrukcji stalowych wież kratowych, przy zapewnieniu wymaganej niezawodności i nośności, Habilitant rozważał trzy główne zagadnienia badawcze, analizowane w przedstawionym cyklu publikacji, obejmujące:

- a) Badania niszczące konstrukcji wieżowych o wysokości 40-42 m w skali naturalnej i analizę ich wyników,
- b) Stochastyczną analizę nośności i niezawodności stalowych, kratowych konstrukcji wieżowych,
- c) Doskonalenie narzędzi numerycznych stosowanych do analiz statyki i dynamiki stochastycznej oraz zastosowanie metody perturbacyjnej do analiz dynamiki stochastycznej konstrukcji wieżowych.

Zgodnie z tytułem osiągnięcia naukowego, przedmiotem badań i analiz zawartych w zgłoszonym cyklu publikacji są stalowe wieże kratowe. Jedynie praca A8 dotyczy analizy odpowiedzi dynamicznej i oceny niezawodności komina stalowego o wysokości 40 m. Zaliczono ją jednak do zgłoszonego osiągnięcia ze względu na fakt, że przedstawiono tam narzędzia numeryczne stosowane w probabilistycznej analizie konstrukcji (uzyskane w ramach SMES opartej na metodzie perturbacyjnej), rozwinięte w publikacjach cyklu dotyczących stochastycznej analizy dynamicznej wież kratowych.

W publikacji A9 przedstawiono informacje na temat organizacji, prac przygotowawczych, doboru urządzeń i aparatury oraz problemów związanych z realizacją badań stalowych wież kratowych o wysokości 40-42 m. Analiza i dyskusja wyników badań poligonowych oraz odpowiednich obliczeń numerycznych została zamieszczona w publikacjach A1, A2, A6, A7,

A11, A14, A17, A19, A23. Przebieg badań doświadczalnych 6 wież, w tym 4 o przekrojach trójkątnych i 2 kwadratowych, o krawężnikach wykonanych z walcowanych kątowników, prętów okrągłych i walcowanych rur okrągłych oraz pojedynczego i podwójnego skratowania wykonanego z kątowników lub rur, zilustrowano filmami zamieszczonymi na płycie CD załączonej do wniosku. W publikacji A10 przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych na wyboczenie stalowych rur wykonanych według różnych technologii, wykorzystane w analizie rozważanych konstrukcji.

Do osiągnięć naukowych Habilitanta związanych z badaniami niszczącymi konstrukcji wieżowych o wysokości 40-42 m w skali naturalnej i analizą ich wyników, zaliczam:

- Opis mechanizmów i postaci zniszczenia, identyfikację odkształceń, deformacji plastycznych, sił w krawężnikach i nośności stalowych wież kratowych o przekroju trójkątnym i kwadratowym oraz różnych profilach użytych na krawężniki, z pojedynczym i podwójnym symetrycznym skratowaniem.
- Określenie na podstawie wyników badań niszczących wartości współczynnika smukłości efektywnej k dla krawężników wieży wykonanej z walcowanych kątowników i skratowania typu „X” oraz modyfikacja normowego wzoru do obliczeń współczynnika k uwzględniającego wpływ sztywności połączeń kołnierzowych krawężników.
- Eksperymentalne potwierdzenie niekorzystnego wpływu pojedynczego skratowania na nośność i mechanizm zniszczenia wież, w szczególności w przypadkach zmian wielkości i sposobu obciążenia konstrukcji w okresie użytkowania.
- Doświadczalne potwierdzenie istotnego wpływu sztywności fundamentu na sposób zniszczenia oraz przemieszczenia węzłów wież o trójkątnym przekroju.
- Określenie rozkładu sił przekrojowych w prętach skratowania typu „X” wykonanych z nierównoramiennych kątowników i niekorzystnego wpływu ich zastosowania na mechanizm zniszczenia konstrukcji wież.

Publikacje A3, A4, A6, A8, A14, A17 (po odrzuceniu prac A5, A12, A13, i A16 opublikowanych przed uzyskaniem przez Habilitanta stopnia doktora), dotyczą stochastycznej analizy i oceny niezawodności konstrukcji kratowych wież z wykorzystaniem Stochastycznej Metody Elementów Skończonych (SMES) opartej na metodzie perturbacji i pakietu algebry komputerowej do obliczeń symbolicznych MAPLE oraz porównania ich wyników z uzyskanymi metodą symulacji Monte Carlo i normową metodą półprobabilistyczną z wykorzystaniem MES. Tematykę tę Habilitant podjął już w rozprawie doktorskiej i pracach opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora. W publikacjach zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe udoskonalił i zaimplementował wykorzystane wcześniej metody do bardziej złożonych problemów obliczeniowych z zakresu niezawodności konstrukcji wież kratowych oraz komina stalowego o wysokości 40 m (publikacja A8).

Z lektury prac A3, A4, A6, A8, A14, A17 wynika, że Habilitant traktuje „stochastyczną analizę i niezawodność” jako zadanie polegające na oszacowaniu wartości parametrów rozkładu prawdopodobieństwa odpowiedzi konstrukcji normowych (EC 1990) wskaźników niezawodności β_{H-L} obliczanych metodą FORM i SORM dla stanów granicznych nośności i użytkowalności. Wskaźniki niezawodności dla SGN wszystkich analizowanych konstrukcji utożsamiono z niezawodnością jednego pręta krawężnika wieży, tzn. przyjęto szeregową strukturę niezawodnościową konstrukcji, co znajduje uzasadnienie w wynikach badań

niszczących. Jako zmienne losowe potraktowano moduł sprężystości stali, obciążenie wiatrem, temperaturą lub oblodzeniem. Porównanie wyników analiz numerycznych i badań eksperymentalnych wykazało znaczną zgodność. Podejście normowe prowadzi z zasady do oszacowań konserwatywnych, co w przypadku konstrukcji powtarzalnych, realizowanych w dużej liczbie, uzasadnia celowość stosowania zaawansowanych metod analizy. Natomiast założenie akceptowalnego poziomu niezawodności optymalizowanych konstrukcji na podstawie zaleceń normowych może budzić wątpliwości ponieważ są to wg EC 1990 „wartości umowne” i „odnoszą się głównie do porównania poziomów niezawodności konstrukcji”. W odniesieniu do specyficznych konstrukcji jakimi są rozważane wieże kratowe, wybór akceptowalnego poziomu niezawodności wymaga jednak dodatkowego uzasadnienia.

Do osiągnięć naukowych Habilitanta, związanych ze stochastyczną analizą nośności i niezawodności stalowych kratowych konstrukcji wieżowych uzyskanych po otrzymaniu stopnia doktora, zaliczam:

- Określenie charakterystyk losowych parametrów zrealizowanych kratowych wież i ich obciążeń,
- Wykonanie szeregu analiz probabilistycznych i określenie wartości normowych wskaźników niezawodności β_{H-L} dla konstrukcji wież kratowych i losowych obciążeń wiatrem, temperaturą i oblodzeniem z wykorzystaniem SMES, metody perturbacji stochastycznej i systemu algebry komputerowej MAPLE.

Głównym zagadnieniem podjętym w zespołowych publikacjach A8, A11 i A20 jest zastosowanie metody perturbacji w analizach probabilistycznej dynamiki obiektów wieżowych, przy czym w pracy A8 przedmiotem analiz jest wolnostojący stalowy komin, a w dwóch pozostałych wieże kratowe. Jednym z problemów rozważanych w rozprawie doktorskiej Habilitanta było opracowanie metody wyznaczania parametrów statystycznych częstości drgań własnych konstrukcji wież kratowych poddanych obciążeniom dynamicznym. Zastosowano w tym celu dwie metody; stochastycznej perturbacji i funkcji odpowiedzi konstrukcji. Teoria perturbacji jest znana od wielu lat (m. in. prace H. Poincare z początku XX wieku). W przypadku probabilistycznej oceny niezawodności konstrukcji budowlanych techniki perturbacyjne były stosowane od lat sześćdziesiątych XX wieku (m.in. prace Bołotina, Tichego i Vorlicka), ale ograniczone do rozwiązań analitycznych. W związku z tym rozwinięcia w szereg Taylora ograniczały się do 2-3 pierwszych wyrazów szeregu, co prowadzi do wyników o dokładności dostatecznej jedynie w przypadkach gdy wartości współczynników zmienności zmiennych wejściowych nie przekraczają kilkunastu procent. Opracowanie procedur obliczeniowych pozwalających na integrację SMES i systemu algebry komputerowej MAPLE umożliwiło autorom przedstawionych publikacji wykonanie analiz drgań wymuszonych i wpływu wariancji zmiennych losowo parametrów na wartości wskaźnika niezawodności konstrukcji.

Do osiągnięć naukowych Habilitanta, związanych z doskonaleniem narzędzi numerycznych stosowanych do analiz dynamiki stochastycznej konstrukcji wieżowych zaliczam:

- Opracowanie i weryfikację autorskiej procedury obliczeniowej do probabilistycznej analizy dynamiki konstrukcji i oceny wskaźników niezawodności konstrukcji,

- Uzasadnienie tezy, że wariancja zmiennych stanu konstrukcji stalowych wież kratowych jest znacznie większa od wariancji amplitudy ciśnienia prędkości wiatru.

3.3. Ocena zrealizowanego osiągnięcia projektowego

Oprócz cyklu publikacji naukowych Habilitant przedstawił (zgodnie z § 3. pkt. 4b Rozporządzenia MNiSW z dnia 1 września 2011 r.) jako element osiągnięcia naukowo-badawczego autorstwo zrealizowanego przez niego jako głównego projektanta, oryginalnego osiągnięcia projektowego pt. **„Typoszereg kratowych, stalowych wież telekomunikacyjnych”**. Jest to według deklaracji Habilitanta, „...autorski pomysł opracowany, wykonany i wdrożony (na terenie Polski) dla jednego z największych operatorów telefonii komórkowej na świecie”. Projekt łączy prowadzone przez Autora badania naukowe z aktywnością zawodową w zakresie projektowania kratowych wież telekomunikacyjnych. Od czasu opracowania wymienionego typoszeregu wież, do maja 2018 r. wdrożono dokumentacje techniczne 372 obiektów opracowane na tej podstawie.

Przedstawione osiągnięcie projektowe obejmuje opracowanie geometrii konstrukcji wieżowych o wysokości 20-60 m, spełniających wymagania wszystkich klas niezawodności, wg normy PN-EN 1993-3-1 oraz wszystkich stref obciążenia wiatrem w Polsce, wg normy PN-EN 1991-4. Podział na segmenty umożliwia budowę wież o niestandardowych wysokościach, a jej konstrukcja umożliwia montaż anten w dwóch różnych konfiguracjach oraz możliwość dociążenia w okresie użytkowania, po wzmocnienia polegającym na montażu dodatkowych elementów. W związku z przewidywaną dużą liczbą realizacji podstawowym wymaganiem było uzyskanie rozwiązania zapewniającego optymalizację kosztów, czyli wg założenia Autora, największej wartości stosunku nośności obiektu do jego masy.

W celu uzyskania rozwiązań konstrukcyjnych umożliwiających spełnienie przyjętych założeń Habilitant wykorzystał wyniki własnych badań naukowych oraz wiedzę i umiejętności nabyte w praktyce projektowej. W projekcie konstrukcji wież zastosowano szereg oryginalnych rozwiązań, m.in.: stabilizację krawężników wieży za pomocą systemu skratowania symetrycznego typu X, zastosowanie krawężników i krzyżulców z rur okrągłych o różnych średnicach, umożliwiających eliminację mimośrodów w miejscach połączeń krzyżulców z krawężnikami. W przypadku konieczności dociążenia wieży przewidziano możliwość wprowadzenia, dodatkowych elementów zwiększających nośność na wyboczenie krawężników. Przyjęte rozwiązania zweryfikowano w badaniach niszczących wieży o wysokości 40 m. Uzyskane wyniki potwierdziły skuteczność zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych i poprawność założeń przyjętych w obliczeniach potwierdzających spełnienie wymagań związanych z niezawodnością i stanami granicznymi nośności i użytkowalności konstrukcji wież.

Podsumowując, przedstawione osiągnięcie projektowe pt. **„Typoszereg kratowych, stalowych wież telekomunikacyjnych”** stanowi, w świetle § 3. pkt. 4b Rozporządzenia MNiSW z dnia 1 września 2011 r., oryginalne osiągnięcie projektowe Habilitanta.

4. Ocena dorobku i istotnej aktywności naukowej Habilitanta

W publikacjach i wystąpieniach konferencyjnych nie wchodzących w skład „osiągnięcia naukowego” Habilitanta dominuje tematyka związana z zastosowaniem metod perturbacyjnych do probabilistycznej analizy komputerowej nośności i drgań konstrukcji, m.in. kładki dla pieszych, komina stalowego, konstrukcji przekryć o dużych rozpiętościach. Występują również pojedyncze publikacje o zróżnicowanej tematyce, związane z zawodową aktywnością Autora, m.in. dotyczące nowoczesnych izolacji natryskowych, projektowania wspomaganych badaniami, badań dotyczących zastosowania powłok polimocznikowych do wzmacniania kręgów betonowych.

Całkowita aktywność naukowa Habilitanta jest reprezentowana przez 34 publikacje, w tym 23 zaliczone do „osiągnięcia naukowego” oraz 9 referatów wygłoszonych na konferencjach międzynarodowych i 5 na konferencjach krajowych. 5 spośród 34 publikacji i 1 referat konferencyjny opublikowano przed otrzymaniem przez Habilitanta stopnia naukowego doktora. Wobec tego, do dorobku uzyskanego po otrzymaniu doktoratu zaliczyłem: 29 publikacji, w tym 18 zaliczonych do „osiągnięcia naukowego” oraz 13 referatów konferencyjnych. Z ogólnej liczby 29 publikacji, 6 artykułów opublikowano w czasopiśmie znajdującym się w bazie Journal Citation Reports (JCR), 13 jako rozdziały w monografiach o zasięgu międzynarodowym, 6 w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym i 4 o zasięgu krajowym.

Sumaryczna wartość wskaźnika impact factor publikacji Habilitanta według listy JCR wynosi **12,275**, w tym w odniesieniu do prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora **10,059**. Według bazy Web of Science (WoS) sumaryczna liczba cytowań publikacji wynosi **29**, a indeks Hirsza **4**. Sumaryczna punktacja według listy MNiSW, z uwzględnieniem procentowego udziału Habilitanta w publikacjach zespołowych, wynosi **291,45**, w tym po uzyskaniu stopnia doktora **252.15**.

W latach 2014-2016 Habilitant był kierownikiem i wykonawcą projektu badawczego „Network towers reinforcement cost optimization” finansowanego przez T-Mobile Polska S.A., dotyczącego badań niszczących 6 stalowych, kratowych wież telekomunikacyjnych w skali naturalnej. Habilitant ośmiokrotnie otrzymał nagrodę JM Rektora Politechniki Łódzkiej za działalność naukową.

Podsumowując, należy stwierdzić, że osiągnięcia i aktywność naukowa Habilitanta są znaczące i spełniają wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie budownictwo.

5. Ocena dorobku dydaktycznego i zawodowego

Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne na Wydziale Budownictwa Politechniki Łódzkiej. W latach 2007-2010 jako student studiów doktoranckich, następnie w latach 2010-2011 jako asystent w Zakładzie Konstrukcji Stalowych w Katedrze Mechaniki Konstrukcji, a od roku 2011 do chwili obecnej, jako adiunkt w Zakładzie Niezawodności Konstrukcji tejże katedry. W tym okresie prowadził zajęcia w formie wykładów, ćwiczeń projektowych i laboratoryjnych na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych I i II stopnia, łącznie z 16

przedmiotów, m.in.: konstrukcji metalowych I i II, konstrukcji cięgowych, bezpieczeństwa i trwałości konstrukcji, badań i odbioru konstrukcji, niezawodności konstrukcji, budownictwa przemysłowego, techniki wzmacniania konstrukcji, wspomagania komputerowego projektowania konstrukcji, zabezpieczenia konstrukcji przed wpływami środowiska. Prowadził także zajęcia w języku angielskim z przedmiotu statistics and reliability. Był promotorem 11 prac dyplomowych inżynierskich i 10 magisterskich. Obecnie jest promotorem pomocniczym w jednym wszczętym przewodzie doktorskim.

Habilitant uczestniczył czynnie, wygłaszając referaty, w 9 naukowych konferencjach międzynarodowych i 5 krajowych. Na dwóch konferencjach międzynarodowych wygłosił referaty plenarne, a także współprzewodniczył 2 sesjom problemowym. Od 2013 roku jest członkiem International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), od roku 2014 sekretarzem Polish Chapter IASS. Od roku 2011 jest również członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa. W latach 2015-2018 opracował 6 recenzji publikacji zamieszczonych w 2 czasopismach znajdujących się w bazie JCR.

Od ukończenia studiów do chwili obecnej Habilitant jest zatrudniony również poza Uczelnią, obecnie jako główny projektant w przedsiębiorstwie Compact-Project Sp. z o.o., Łódź. Z bardzo obszernego dorobku zawodowego, we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego zamieścił listę 75 opracowań wykonanych na zlecenie przedsiębiorców, o charakterze projektów budowlanych przebudowy i wzmocnienia stalowych wież oraz opinii i ekspertyz technicznych dotyczących możliwości dociążenia tego rodzaju konstrukcji wież dodatkowymi antenami i sprzętem telekomunikacyjnym. Jest to, zgodnie z zapisem we wniosku, wykaz ograniczony do opracowań bezpośrednio związanych z tematyką osiągnięcia naukowego przedstawionego do oceny. Wybór tych opracowań wskazuje źródła inspiracji zagadnień analizowanych w prowadzonych przez Habilitanta badaniach, a jednocześnie potwierdza przydatność uzyskanych wyników badań w praktyce projektowej. Z drugiej strony, utrudnia to jednak ocenę dorobku zawodowego Autora, który prowadzi praktyczne zajęcia dydaktyczne z kilkunastu przedmiotów specjalistycznych.

Zastrzeżenia budzi niewielka aktywność dr inż. Jacka Szafrana w zakresie współpracy międzynarodowej i brak zagranicznych, nawet krótkoterminowych, staży naukowych.

Podsumowując, należy stwierdzić, iż poza pracą naukową, Habilitant posiada znaczny dorobek dydaktyczny i wykazuje bardzo dużą aktywność zawodową w zakresie projektowania i rzeczoznawstwa budowlanego, wykorzystując wyniki swoich osiągnięć badawczych.

6. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy dorobku naukowego, aktywności naukowo-badawczej oraz dorobku dydaktycznego i zawodowego dr inż. Jacka Szafrana stwierdzam, że spełnia on wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie naukowej budownictwo, sformułowane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki, późniejszymi zmianami, ocenione zgodnie z kryteriami sformułowanymi w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

W szczególności, stwierdzam, że zgłoszony jako osiągnięcie naukowe cykl powiązanych tematycznie publikacji pt. „*Eksperymentalna i komputerowa analiza niezawodności stalowych wież kratowych*” stanowi oryginalny i znaczny wkład Habilitanta w dyscyplinę naukową budownictwo. Ponadto autorstwo projektu pt. „*Typoszereg kratowych, stalowych wież telekomunikacyjnych*” należy uznać, w świetle Art.16. Ustawy z 2003 r. za oryginalne osiągnięcie naukowo-badawcze.

Sumaryczny wskaźnik impact factor publikacji naukowych Habilitanta według listy Journal Citation Reports wynosi 12,275, w tym w odniesieniu do prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora 10,059. Według bazy Web of Science liczba cytowani publikacji wynosi 29, a indeks Hirsza 4.

Pozytywnie oceniam działalność dydaktyczną Habilitanta, a w stopniu dostatecznym jego zaangażowanie we współpracę międzynarodową i popularyzatorską. Na podkreślenie zasługuje bardzo duża aktywność zawodowa Habilitanta i jej związki z tematyką prowadzonych badań naukowych.

W związku z powyższym, przedstawiony wniosek oceniam pozytywnie i wnoszę o dopuszczenie do dalszego etapu postępowania związanego z nadaniem dr inż. Jackowi Szafranowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej budownictwo.



Dr hab. inż. Szczepan Woliński

Załącznik 1

Cykl 23 publikacji pod wspólnym tytułem „*Eksperymentalna i komputerowa analiza niezawodności stalowych wież kratowych*” przedstawionych jako osiągnięcie naukowe Habilitanta.

Załącznik nr 1:

Cykl 23 publikacji pod wspólnym tytułem „Eksperymentalna i komputerowa analiza niezawodności stalowych wież kratowych” przedstawionych jako osiągnięcie naukowe Habilitanta.

- A1 **J. Szafran**, An experimental investigation into mechanism of a full – scale 40m high steel telecommunication tower, *Engineering Failure Analysis*, 54 (2015), 131-145, (DOI: 10.1016/j.engfailanal.2015.04.017)
- A2 **J. Szafran**, K. Rykaluk, A full – scale experiment of a lattice telecommunication tower under breaking load. *Journal of Constructional Steel Research*, 120 (2016) 160-175, (DOI: 10.1016/j.jcsr.2016.01.006)
- A3 M. Kamiński, **J. Szafran**, Stochastic Finite Element Analysis and Reliability of Steel Telecommunication Tower, *CMES: Computer Modeling in Engineering & Sciences*. Vol. 2060, no.1, (2012) pp. 1-25
- A4 M. Kamiński, **J. Szafran**, Least Squares Stochastic Finite Element Method in structural stability analysis of the steel skeletal structures, *CMES: Computer Modeling in Engineering & Sciences*. Vol. 107, no.1, (2015) pp. 27-57
- A5 M. Kamiński, **J. Szafran**, Random eigenvibrations of elastic structures by the response function method and the generalized stochastic perturbation technique. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. 9(4): (2009) 5 – 32, (DOI: 10.1016/S1644-9665(12)60066-1)
- A6 **J. Szafran**, M. Kamiński, From full – scale testing of steel lattice towers to stochastic reliability analysis, *Archives of Mechanics*. 69(4-5):371-388, 2017.
- A7 **J. Szafran**, K. Rykaluk, Diagonal bracing members of lattice towers – analytical versus experimental studies, *Recent Progress in Steel and Composite Structures*, Publisher: CRC Press/Balkema Taylor&Francis Group, Editors: Gizejowski, Kozłowski, Marcinowski, Ziółko, pp. 94-95. (2016)
- A8 **J. Szafran**, K. Rykaluk, Dynamic response of the steel chimney by the Stochastic perturbation based Finite Elements Method, *Advances in Mechanics: Theoretical, Computational and Interdisciplinary Issues*, Publisher: CRC Press/Balkema Taylor&Francis Group, Editors: Kleiber, Burczyński, Wilde, Górski, Winkelmann, Smakosz, pp. 559-562. (2015)
- A9 **J. Szafran**, M. Kamiński, Full – scale testing of steel lattice towers: requirements, preparation, execution, challenges, and the results. *Lightweight Structures in Civil Engineering – Contemporary Problems – Monograph from Scientific Conference of IASS Polish Chapters*, Publisher: Rzeszów University of Technology, Editors: Romuald Tarczewski&Zbigniew Bieniek, pp.101-107. (2015)
- A10 **J. Szafran**, K. Juszczak, M. Kamiński, Steel hot – rolled, cold – formed, and hot – finished structural hollow sections – an experimental stability study, *Lightweight Structures in Civil Engineering – Contemporary Problems - Monograph from Scientific Conference of IASS Polish Chapters*, Publisher: University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Editors: Leszek Małyszko&Romuald Tarczewski, pp.89-94 (2017)
- A11 **J. Szafran**, K. Juszczak, M. Kamiński, Steel lattice tower reliability estimation for serviceability limit state, *Lightweight Structures in Civil Engineering – Contemporary Problems - Monograph from Scientific Conference of IASS Polish Chapters*, Publisher:

University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Editors: Leszek Małyszko & Romuald Tarczewski, pp.95-102 (2017)

- A12 M. Kamiński, **J. Szafran**, Vibrations of elastic trusses with random parameters by the response function method and stochastic perturbation technique. *Lightweight Structures in Civil Engineering – Contemporary Problems - Monograph from Scientific Conference of IASS Polish Chapters*, Publisher: University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Editors: Jan. B. Obrębski, Warszawa 2008
- A13 M. Kamiński, **J. Szafran**, Eigenvibrations of high telecommunication tower with random parameters by the response function method and SFEM, *Lightweight Structures in Civil Engineering – Contemporary Problems - Monograph from Scientific Conference of IASS Polish Chapters*, Publisher: University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Editors: Jan. B. Obrębski, Warszawa 2009
- A14 **J. Szafran**, K. Juszczyk, M. Kamiński, Design of steel structures for a given level of reliability using partial safety factors calibration procedure, *Monograph from Scientific Conference of IASS Polish Chapters*, Publisher: University of Science and Technology in Bydgoszcz, pp. 55-58. (2017)
- A15 **J. Szafran**, Analytical determination of the aerodynamic resistance of the skeletal telecommunication towers. *Structure and Environmental*, nr 1/2015 5-14
- A16 M. Kamiński, **J. Szafran**, Eigenvalue analysis for high telecommunication towers with longnormal stiffness by the response function method and SFEM. *Computer Assisted Methods in Engineering and Science*. 16: (2009) 279-290.
- A17 M. Kamiński, **J. Szafran**, The Least Square Stochastic Finite Element Method in structural stability analysis of steel skeletal structures. *International Journal of Applied Mechanics and Engineering* 01/2015; 20(2): 299-318
- A18 M. Kamiński, **J. Szafran**, M. Solecka, Comparison of the Aluminium Versus Steel Telecommunication Towers in Stochastic Finite Element Method Eigenvibrations Analysis. *Mechanics and Mechanical Engineering* Vol. 15, No.1 (2011) 95-110.
- A19 **J. Szafran**, K. Rykaluk, Steel Lattice Tower Under Ultimate Load – Chosen Joint Analysis. *Civil and Environmental Engineering Reports* 25(2):199-210, 2017
- A20 M. Kamiński, **J. Szafran**, Stochastyczna analiza drgań wymuszonych stalowych wież telekomunikacyjnych. *Journal of Civil Engineering, Environmental and Architecture*, 2/2014, 61, pp. 43-56
- A21 M. Kamiński, **J. Szafran**, O komputerowym modelowaniu niezawodności stalowych wież telekomunikacyjnych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej – Budownictwo* nr 62, 51-66, 2010
- A22 M. Kamiński, **J. Szafran**, P. Świta, Analiza stateczności stalowych wież telekomunikacyjnych o parametrach losowych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej – Budownictwo* nr 63/2011, 152-165, 2011
- A23 **J. Szafran**, K. Rykaluk, Wpływ rodzaju skratowania wież na ich nośność i mechanizm zniszczenia, *Materiały Budowlane*, 2018