

Rada Naukowa Dyscypliny  
Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport  
Politechniki Warszawskiej  
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa  
(nazwa i dane adresowe podmiotu habilitującego,  
wybranego do przeprowadzenia postępowania)

za pośrednictwem:

**Rady Doskonałości Naukowej**

pl. Defilad 1

00-901 Warszawa

(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Anna Al Sabouni-Zawadzka  
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej  
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

## Wniosek

z dnia 03.03.2023

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie<sup>1</sup>

Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia  
doktora habilitowanego

1. Monografia naukowa:

Al Sabouni-Zawadzka A.: High Performance Tensegrity-Inspired Metamaterials and  
Structures, 2023, CRC Press, Taylor & Francis Group, ISBN 978-1-032-38041-4

2. Cykl publikacji „Konstrukcje inteligentne i metody ich oceny”

Wniosuję – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie  
wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała  
uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu **tajnym/jawnym**<sup>\*2</sup>

*Zostałem poinformowany, że:*

*Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w  
sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej  
z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).*

*Kontakt za pośrednictwem e-mail: [kancelaria@rdn.gov.pl](mailto:kancelaria@rdn.gov.pl), tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu.*

*Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c)*

*Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art.*

<sup>1</sup> Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września  
2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz.  
1818).

<sup>2</sup> \* Niepotrzebne skreślić.

232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie [www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html](http://www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html)

.....  
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Dane wnioskodawcy
2. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora
3. Autoreferat
4. Wykaz osiągnięć naukowych
5. Monografia (wersja elektroniczna monografii stanowiącej osiągnięcie 1)
6. Cykl publikacji (wersje elektroniczne publikacji stanowiących osiągnięcie 2)
7. Oświadczenia o wkładzie merytorycznym współautorów w powstanie cyklu publikacji
8. Artykuły w czasopismach (wersje elektroniczne wszystkich opublikowanych artykułów)
9. Opublikowane materiały konferencyjne (wersje elektroniczne wszystkich opublikowanych materiałów)
10. Rozdziały w monografiach (wersje elektroniczne wszystkich opublikowanych rozdziałów)
11. Zaświadczenia (o ukończeniu kursów, odbyciu wizyt studyjnych i uzyskanych certyfikatach)

## Autoreferat

1. Imię i nazwisko: Anna Al Sabouni-Zawadzka
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2012-2016: Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej – studia doktoranckie w Instytucie Dróg i Mostów. Uzyskanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych decyzją Rady Wydziału Inżynierii Lądowej z dn. 23.11.2016.

Temat pracy doktorskiej: „Studium możliwości zastosowania konstrukcji inteligentnych w budownictwie mostowym”. Promotor: prof. dr hab. inż. Wojciech Gilewski.

Osiągnięcia: uzyskanie wyróżnienia rozprawy doktorskiej; stypendium dla najlepszych doktorantów oraz naukowe przez wszystkie lata studiów.

2010-2012: Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej – studia magisterskie na specjalności Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie, specjalizacja: Mosty i Budowle Podziemne.

Temat pracy magisterskiej: „Dynamiczne oddziaływanie wiatru na obiekty mostowe – modelowanie w świetle norm europejskich”. Promotorzy: prof. dr hab. inż. Wojciech Gilewski, prof. dr hab. inż. Henryk Zobel.

Osiągnięcia: ukończenie studiów z oceną celującą i wyróżnieniem; stypendium naukowe przez całe studia.

2006-2010: Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej – studia inżynierskie na specjalności Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie.

Temat pracy inżynierskiej: „Analiza sztywności przestrzennej budynku wysokościowego biurowego o konstrukcji trzonowo-powłokowej z wymiarowaniem wybranych elementów konstrukcyjnych”. Promotor: dr inż. Wojciech Terlikowski.

Osiągnięcia: ukończenie studiów z oceną celującą i wyróżnieniem; stypendium naukowe przez całe studia; v-ce prezes Koła Naukowego Budownictwa Ogólnego.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

od 02.2017: Adiunkt naukowo-dydaktyczny w Instytucie Inżynierii Budowlanej, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska – praca w wymiarze pełnego etatu (umowa na czas nieokreślony).

11.2014-01.2017: Asystent naukowo-dydaktyczny w Instytucie Inżynierii Budowlanej, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska – praca w wymiarze pełnego etatu.

09.2012-09.2014: Asystent naukowo-dydaktyczny w Instytucie Dróg i Mostów, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska – praca w wymiarze połowy etatu.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

W zamieszczonym poniżej opisie osiągnięć odnoszę się do publikacji wymienionych w dokumencie „Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny”, podając numer odpowiedniego rozdziału, np. pkt I.1 oraz numer publikacji, np. [1].

## INFORMACJE OGÓLNE – omówienie głównych obszarów badawczych

Pracą naukową zajmuję się od 2012 roku, odkąd rozpoczęłam studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Wojciecha Gilewskiego. W czasie studiów doktoranckich zajmowałam się przede wszystkim badaniami nad konstrukcjami inteligentnymi (z ang. *smart structures*), ze szczególnym uwzględnieniem konstrukcji obiektów mostowych (pkt II.2 [10-12], pkt II.4 [25, 29]). Temat ten rozwijałam dalej po uzyskaniu stopnia doktora, rozszerzając go na inne obszary budownictwa. Opracowałam autorską definicję konstrukcji inteligentnej, zdefiniowałam też szereg cech, które taka konstrukcja powinna wykazywać. Wskazałam na różnice pomiędzy konstrukcjami inteligentnymi a materiałami i systemami inteligentnymi, a także różnice pomiędzy strukturami typu *smart* a konstrukcjami wyposażonymi w system monitoringu stanu technicznego SHM (z ang. *structural health monitoring*).

Dalsze etapy pracy naukowej poświęciłam przede wszystkim konstrukcjom tensegrity – jako strukturom, które wykazują cechy typu *smart*. Początek moich badań nad strukturami tensegrity związany był z dokładnym poznaniem i zdefiniowaniem ich własności mechanicznych, a także opracowaniem modeli matematycznych do ich identyfikacji. Wykorzystałam model dyskretny w równoważnych sformułowaniach ścisłych – algebraicznym i metody elementów skończonych (MES), a także model kontynualny tensegrity zgodny ze sformułowaniem liniowej symetrycznej teorii sprężystości. Do analizy konstrukcji z wykorzystaniem modelu dyskretnego stworzyłam autorskie oprogramowanie napisane w środowisku Mathematica, które jest oparte o teorię drugiego rzędu. W zakresie teorii trzeciego rzędu, uwzględniającej nieliniowości geometryczne, wykorzystałam komercyjne oprogramowanie MES – SOFiSTiK.

Model kontynualny został rozwinięty przeze mnie w mojej rozprawie doktorskiej i kolejnych publikacjach (pkt II.2 [3, 7], pkt II.4 [16, 38-41]). Rozszerzyłam model kontynualny o możliwość wyznaczenia i interpretacji zastępczych stałych technicznych (m.in.: moduły Younga, Kirchhoffa, współczynniki Poissona) struktur tensegrity – zarówno pojedynczych modułów jak i większych struktur wielomodułowych. Stworzyłam autorskie oprogramowanie w środowisku Mathematica, które pozwala na analizę dowolnych struktur tensegrity przy wykorzystaniu modelu kontynualnego. Ponadto oszacowałam efekt skali rozwiniętego modelu kontynualnego (pkt II.4 [5]). Korzystając z opracowanych modeli matematycznych, wykazałam, że istnieje możliwość sterowania konstrukcjami tensegrity poprzez modyfikację samorównoważnego układu sił podłużnych, czyli tzw. *self-stress* (pkt II.2 [8, 13], pkt II.4 [27, 28, 31, 42]). Udowodniłam również, że struktury tensegrity wykazują wszystkie zdefiniowane

wcześniej immanentne cechy mechaniczne konstrukcji inteligentnych, tj. samo-sterowanie, samo-diagnozę, samo-naprawę i aktywną kontrolę (pkt II.4 [22]). Efektywne wykorzystanie modelu kontynualnego wymagało napisania i przetestowania szeregu własnych programów obliczeniowych w środowisku Mathematica.

Istotnym aspektem moich badań nad tensegrity są też konstrukcje rozwijalne (z ang. *deployable structures*). W ramach tego tematu współpracuję z Wydziałem Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, prowadząc m.in. badania numeryczne rozwijalnych kładek dla pieszych o konstrukcji tensegrity (pkt II.2 [9], pkt II.4 [26, 30]), a także badania numeryczne i laboratoryjne rozwijalnego słupa tensegrity (pkt II.4 [15, 18]). Jestem współautorem metody opracowanej do badania rozwijalnych struktur tensegrity, opartej na równoległym stosowaniu MES oraz dynamiki układów wielocłonowych (MBD – z ang. *Multibody Dynamics*). Ważnym zagadnieniem, nad którym pracuję, jest opracowanie aktywnego systemu sterowania rozwijalnymi strukturami tensegrity (z ang. *active control*) (pkt II.2 [2]).

W ostatnich latach skupiłam się w sposób szczególny na studiowaniu nietypowych własności struktur tensegrity, zarówno w skali konstrukcyjnej jak i znacznie mniejszej skali materiałowej (metamateriały tensegrity) (pkt II.4 [24, 36]). Prowadziłam badania nad płaskimi (2D) i przestrzennymi (3D) układami komórkowymi zbudowanymi z podstawowych modułów tensegrity, analizując ich własności mechaniczne w różnych skalach. W swojej pracy wykorzystałam opracowane wcześniej modele matematyczne, tj. model dyskretny i kontynualny tensegrity. Szczególną uwagę skupiłam na identyfikacji i ocenie ekstremalnych własności mechanicznych struktur tensegrity, wykazując, że układy tensegrity mogą być ekstremalnie podatne w pewnych postaciach deformacji i ekstremalnie sztywne w innych (pkt II.1 [1], pkt II.4 [12, 21]). Zagadnienie to jest szczegółowo opisane w kolejnym punkcie jako osiągnięcie pierwsze.

Obecnie kontynuuję badania nad metamateriałami tensegrity, prowadząc testy doświadczalne metamateriałów (począwszy od próbek pojedynczych komórek tensegrity, po próbki układów wielomodulowych), wykonanych w technologii druku 3D. Badania te są prowadzone w ramach kierowanego przeze mnie grantu pt. „Tensegrity metamaterials”, finansowanego przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport. Celem badań jest doświadczalna weryfikacja rozważań teoretycznych, a także dostosowanie opracowanych wcześniej modeli matematycznych do rzeczywistej pracy struktur wykonanych przy użyciu aktualnie dostępnych technologii (np. uwzględnienie sztywnych połączeń pomiędzy cięgnami a zastrzałami).

Struktury tensegrity nie są jedynym obszarem moich zainteresowań naukowych. Od 2014 roku zajmuję się również konstrukcjami drewnianymi. Badania obejmują m.in. modelowanie MES prefabrykowanych paneli ściennych (pkt II.4 [35]), analizę konstrukcji z drewna klejonego warstwowo ze szczególnym uwzględnieniem rozkładu naprężeń i zbrojenia w strefie kalenicowej dźwigarów drewnianych (pkt II.2 [1, 5], pkt II.4 [13, 14, 20, 23, 32-34, 37]), analizy numeryczne i doświadczalne płyt warstwowych na bazie drewna z różnymi rdzeniami (badania w ramach aktualnie realizowanego projektu SONATA-17, udział w roli wykonawcy), a także badania MES połączeń drewnianych (pkt II.4 [3]), prowadzone w ramach współpracy z Universität für Bodenkultur (BOKU) w Wiedniu.

Ponadto, od 2019 roku uczestniczę jako wykonawca w dwóch grantach europejskich BRIK, w ramach których zajmuję się badaniami numerycznymi i laboratoryjnymi konstrukcji torowych wyposażonych w różne elementy sprężyste tłumiące hałas i drgania, tj. podkładki podpodkładowe USP (z ang. *under sleeper pads*), maty podtłuczniowe UBM (z ang. *under ballast mats*) oraz przekładki podszynowe (z ang. *rail pads*) (pkt II.2 [4], pkt II.4 [1, 2, 4, 6-11, 17, 19]).

#### OPIS SZCZEGÓŁOWY – osiągnięcie pierwsze

Za moje główne osiągnięcie naukowe uważam zawarte w monografii (pkt II.1 [1]) badania nad identyfikacją i opisem ekstremalnych własności mechanicznych metamateriałów tensegrity, a także rozszerzenie opisu na struktury tensegrity w skali większej niż materiałowa.

Konstrukcje tensegrity są strukturami prętowo-ciężnowymi o szczególnej konfiguracji elementów, charakteryzującymi się występowaniem mechanizmów infinitezymalnych stabilizowanych przez samorównoważne układy sił normalnych (w literaturze anglojęzycznej określane zwykle jako *self-stress*). Tensegrity składają się z zastrzałów, które podlegają ścisaniu i ciągnięciu, które doznają wyłącznie rozciągania. Struktury tensegrity mają wiele zalet: wysoki stosunek sztywności do masy, dzięki któremu mogą być stosowane w lekkich systemach konstrukcyjnych; możliwość adaptacji geometrii do różnorodnych form architektonicznych, wynikająca m.in. z szerokiej gamy dostępnych modułów tensegrity oraz różnych sposobów ich łączenia; możliwość stosowania w systemach rozwijalnych; możliwość sterowania własnościami mechanicznymi poprzez modyfikację poziomu *self-stress* lub stosunku sztywności ciągnięć i zastrzałów; wykazywanie ekstremalnych własności mechanicznych.

Metamateriały definiuje się jako zaprojektowane i stworzone przez człowieka, niewystępujące w naturze struktury kompozytowe, często o nietypowych własnościach. O ich

cechach decyduje przede wszystkim morfologia struktury w skali większej niż cząsteczkowa, a w znacznie mniejszym stopniu – skład chemiczny lub fazowy. Idea metamateriałów tensegrity jest stosunkowo nowa – pierwsze próby stworzenia metamateriału na bazie komórek tensegrity podjął niespełna 10 lat temu prof. Fernando Fraternali. Ostatnie lata przyniosły niezwykle dynamiczny rozwój metamateriałów, w których naukowcy widzą szansę na uzyskanie zrównoważonych materiałów o nietypowych własnościach mechanicznych, pożądanym m.in. w wielu obszarach inżynierii budowlanej.

Metamateriały tensegrity można budować poprzez łączenie podstawowych modułów tensegrity, zwanych komórkami (z ang. *cells*), w większe układy, zwane superkomórkami (z ang. *supercells*), a następnie łączenie superkomórek w duże systemy przestrzenne (z ang. *lattices*). Moduły mogą być rozmieszczone na różne sposoby, tworząc strukturę o pożądanym własnościach mechanicznych lub konstrukcyjnych. Taki sposób budowy metamateriałów tensegrity zastosowałam w moich pracach. Proponowane metamateriały mają duży potencjał zastosowania w różnych obszarach inżynierii lądowej, m.in. jako elementy wykorzystywane w systemach tłumienia drgań, w tym w zastosowaniach sejsmicznych, jako przestrzenne układy strukturalne stanowiące wypełnienia tradycyjnych elementów konstrukcyjnych, jako układy sterujące konstrukcjami rozwijalnymi.

Koncepcja ekstremalnych materiałów (z ang. *extremal materials*) została zaproponowana w 1995 roku przez G. Milтона i A.V. Cherkaeva [Milton G., Cherkaev A.V.: Which elasticity tensors are realizable?, *Journal of Engineering Materials and Technology* 117, s. 483-493, 1995], którzy definiowali je jako materiały o ekstremalnie sztywnych własnościach w pewnych stanach deformacji i ekstremalnie podatnych w innych. Materiały ekstremalne mogą wykazywać szereg ciekawych cech mechanicznych, np. ujemny współczynnik Poissona.

Opublikowana przeze mnie monografia dotyczy opisu specyficznych własności mechanicznych modularnych struktur tensegrity w różnych skalach – od metamateriału po konstrukcję w skali budowlanej. Poszukiwałam struktur o ekstremalnych własnościach mechanicznych – sztywnych przy pewnych postaciach deformacji (z ang. *stiff deformation modes*), a podatnych przy innych (z ang. *soft deformation modes*). Struktury modularne tensegrity mogą wykazywać ekstremalne własności mechaniczne przy odpowiednim doborze parametrów sterowania tymi własnościami, tj. proporcji sztywności ciągną do sztywności zastrzału oraz poziomu *self-stress*. W pracy zaproponowałam sposób poszukiwania i wyznaczania takich parametrów, a także metodę określania odpowiednich postaci deformacji.

Do wyznaczania ekstremalnych własności mechanicznych struktur tensegrity wykorzystałam opracowane wcześniej modele: model dyskretny (w równoważnych



sformułowaniach ścisłych: algebraicznym lub MES) i kontynuálny (zgodny ze sformułowaniem liniowej symetrycznej teorii sprężystości; czuły na oszacowany efekt skali modelu). Dodatkowym narzędziem była zaproponowana przez G. Milona i A.V. Cherkawa metoda, która bazuje na analizie spektralnej odpowiednich macierzy w teorii sprężystości – mechanice materiału. Stworzyłam autorskie oprogramowanie w środowisku Mathematica, które pozwala na wyznaczanie ekstremalnych własności mechanicznych struktur tensegrity przy wykorzystaniu wyżej opisanych modeli.

Zasadniczym problemem, z którym zmierzyłam się w pracy, było przechodzenie pomiędzy skalami. W skali materiałowej (metamateriał tensegrity) można wykorzystać bezpośrednio model kontynuálny i metodę zaproponowaną przez G. Milona i A.V. Cherkawa. W skalach większych, np. skali budowlanej (modułowe konstrukcje tensegrity), konieczne jest wykorzystanie ścisłego modelu dyskretnego. Z uwagi na duże rozmiary macierzy opisujących konstrukcje, wykorzystanie metod analizy wzorowanych na pracy G. Milona i A.V. Cherkawa jest problematyczne, a niekiedy w ogóle niemożliwe. Aby rozwiązać ten problem, zaproponowałam oryginalne rozwiązanie, w którym buduje się obarczony błędem skali model kontynuálny, w którym określa się parametry właściwe ekstremalnym własnościom mechanicznym, a następnie wykorzystuje się te parametry do analizy struktur przy użyciu modelu dyskretnego. Wyznaczone parametry można zweryfikować i ewentualnie skorygować do właściwej skali rozpatrywanego zadania, wykorzystując ścisły model dyskretny.

Pierwsza zaproponowana przeze mnie procedura wyznaczania ekstremalnych własności mechanicznych metamateriałów tensegrity przy użyciu modelu kontynuálnego (skala materiału) polega na tym, że wyznacza się macierz zastępczych współczynników sprężystości, a następnie rozwiązuje się zagadnienie własne, wyznaczając parametry, przy których struktura wykazuje podatne formy deformacji (z ang. *soft deformation modes*) – są to parametry, dla których wartości własne macierzy zastępczych współczynników sprężystości są zerowe. Odpowiadające im wektory własne opisują postaci deformacji, odpowiadające stanom ekstremalnie podatnym (z ang. *soft*). Prowadzona w ten sposób analiza spektralna pozwala również na określenie odpowiednich stanów ekstremalnie sztywnych (z ang. *stiff*).

Druga opisana w mojej pracy procedura identyfikacji ekstremalnych własności mechanicznych struktur tensegrity w skali większej niż materiałowa, oparta jest na naprzemiennym stosowaniu ścisłego modelu dyskretnego i modelu kontynuálnego. W pierwszym kroku wyznacza się macierze sztywności liniowej i geometrycznej struktury tensegrity przy użyciu modelu dyskretnego. Następnie, stosuje się obarczony błędem skali model kontynuálny do wstępnej identyfikacji parametrów, przy których pojawiają się

ekstremalnie podatne formy deformacji. Ostatnim krokiem jest ponowne zastosowanie modelu dyskretnego do wyznaczenia ostatecznych wartości parametrów, których poszukuje się w pobliżu rozwiązania uzyskanego z modelu kontynualnego.

Obie zaproponowane przeze mnie procedury, służące do identyfikacji i opisu ekstremalnych własności mechanicznych metamateriałów i struktur tensegrity, są oryginalne. Procedura wykorzystująca zarówno model kontynualny jak i dyskretny, stosowana do analizy struktur tensegrity w skali większej niż materiałowa, została opisana i zastosowana po raz pierwszy w mojej monografii. Natomiast procedura wykorzystująca wyłącznie model kontynualny, stosowana do analizy metamateriałów tensegrity, została opracowana przeze mnie wcześniej i zastosowana w dwóch publikacjach poprzedzających wydanie monografii – jednej indywidualnej (pkt II.4 [12]) i jednej współautorskiej (pkt II.4 [21]). Moim indywidualnym wkładem w publikację współautorską było opracowanie procedury badań oraz przeprowadzenie analiz numerycznych struktur tensegrity.

W monografii wykazałam skuteczne działanie opracowanych przeze mnie procedur w zadaniach dwu- (2D) i trójwymiarowych (3D). Przeanalizowałam szereg metamateriałów tensegrity: podstawowe moduły 3D i ich układy oraz podstawowe moduły 2D i ich układy, udowadniając, że przy odpowiednim doborze parametrów sterowania, struktury te wykazują ekstremalne własności mechaniczne. Dokonałam też analizy parametrycznej możliwości sterowania ekstremalnymi własnościami mechanicznymi struktur tensegrity, biorąc pod uwagę dwa parametry: stosunek sztywności cięgien do sztywności zastrzałów oraz poziom *self-stress*. Ponadto wykazałam, że oryginalna procedura opracowana dla zadań w skali większej niż materiałowa pozwala na skuteczną identyfikację i opis ekstremalnych własności mechanicznych konstrukcji tensegrity w skali budowlanej.

### OPIS SZCZEGÓŁOWY – osiągnięcie drugie

Za moje drugie istotne osiągnięcie naukowe uważam cykl publikacji „Konstrukcje inteligentne i metody ich oceny” (pkt I.2 [1-8]). Koncepcja, której dotyczy osiągnięcie została przedstawiona w mojej rozprawie doktorskiej pt. „Studium możliwości zastosowania konstrukcji inteligentnych w budownictwie mostowym” obronionej dnia 26.10.2016.

Celem badań było opracowanie koncepcji i precyzyjne zdefiniowanie konstrukcji inteligentnej (z ang. *smart structure*), rozumianej nie jako konstrukcji wykonanej z materiałów inteligentnych (z ang. *smart materials*), ani jako obiektu wyposażonego w zewnętrzny system monitoringu (SHM) lub sterowania, lecz jako układ konstrukcyjny o szczególnych cechach mechanicznych, dzięki którym struktura jest podatna na sterowanie.

Inżynierskie konstrukcje inteligentne definiuję jako obiekty zdolne do wykrywania i szybkiego reagowania na zmiany w otoczeniu. Ta cecha wyróżnia je spośród konwencjonalnych struktur, których głównym zadaniem jest przenoszenie działających na nie obciążeń. Podstawową funkcją konstrukcji inteligentnych jest dostosowywanie się do zmiennych warunków pracy, oddziaływań wyjątkowych i trudnych do przewidzenia sytuacji obciążeniowych, poprzez modyfikację kształtu, sztywności lub innych charakterystyk mechanicznych – w ten sposób można zmniejszyć zagrożenie potencjalnymi uszkodzeniami i awariami. Materiałami inteligentnymi określa się w literaturze materiały, w których możliwa jest transformacja jednej formy energii w inną. Podobnie jak zdefiniowane konstrukcje, materiały inteligentne zdolne są do wykrywania zmian w otaczającym środowisku i reagowania na nie w zadany sposób. Zazwyczaj jest zdolność powrotu obiektu do pierwotnego kształtu po usunięciu czynnika stymulującego, przez co określane są również jako materiały z pamięcią kształtu. Można oczywiście rozważać konstrukcje, których „inteligencja” zawarta jest w inteligencji materiału, lecz nie jest to warunek konieczny.

W moim rozumieniu konstrukcji inteligentnych nie należy również utożsamiać z obiektami wyposażonymi w monitoring stanu technicznego SHM. W układach SHM nie występują sterowniki (z ang. *actuators*), które są odpowiedzialne w konstrukcjach inteligentnych za zmianę charakterystyk mechanicznych poszczególnych elementów, wpływając tym samym na globalną odpowiedź konstrukcji na zaistniałą sytuację obciążeniową.

W mojej rozprawie doktorskiej pt. „Studium możliwości zastosowania konstrukcji inteligentnych w budownictwie mostowym” zaproponowałam własną definicję konstrukcji inteligentnej oraz zdefiniowałam szereg cech immanentnych (z ang. *inherent properties*), które taka konstrukcja powinna wykazywać, tj.: samo-sterowanie (z ang. *self-control*), samo-diagnoza (z ang. *self-diagnosis*), samo-naprawa (z ang. *self-repair*) oraz aktywna kontrola (z ang. *active control*). Zaproponowana definicja wykracza poza zakres konstrukcji mostowych. W rozprawie określiłam możliwości zastosowania konstrukcji inteligentnych w budownictwie, ze szczególnym uwzględnieniem obiektów mostowych. Swoją uwagę zwróciłam na szczególny układ konstrukcyjny, jakim są tensegrity. Tensegrity, których zastosowania obejmują nie tylko konstrukcje mostowe, ale też obiekty kubaturowe, stanowią dobry obszar, na przykładzie którego mogłam opisać specyfikę, zalety i wady konstrukcji inteligentnych.

Zaproponowaną w pracy doktorskiej koncepcję konstrukcji inteligentnej, opublikowałam jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora, jako rozdział w monografii (pkt I.2 [8]), a potem rozwinęłam w samodzielnej pracy (pkt I.2 [7]) i współautorskiej (pkt I.2 [5]).

Moim indywidualnym wkładem w wymienione publikacje było zdefiniowanie struktur inteligentnych na tle definicji stosowanych w literaturze, propozycja zastosowania systemu inteligentnego w obiekcie mostowym, a także propozycja inteligentnych układów konstrukcyjnych sterowanych przy użyciu stanów samonapężenia. W pracy (pkt I.2 [7]) skupiłam się na dokładnym przeanalizowaniu możliwości samo-naprawy i aktywnej kontroli, w odniesieniu do struktur tensegrity. Analizę samo-diagnozy i samo-naprawy konstrukcji tensegrity opublikowałam również w artykule pokonferencyjnym (pkt I.2 [6]). Moim autorskim wkładem w tę pracę było wykonanie analiz numerycznych konstrukcji tensegrity z symulowaną utratą cięgna. Autorską koncepcję konstrukcji inteligentnej, która wykazuje opisane powyżej cechy immanentne, opublikowałam w artykule współautorskim (pkt I.2 [4]), odnosząc te cechy do konstrukcji tensegrity. Moim indywidualnym wkładem w tę publikację było zdefiniowanie cech struktur inteligentnych, a także przeprowadzenie obliczeń zaproponowanych konstrukcji tensegrity.

Bardzo istotne przy analizie konstrukcji inteligentnych, w szczególności konstrukcji tensegrity, było dobranie narzędzi obliczeniowych właściwych do opisu ilościowego. Naturalnym narzędziem była metoda elementów skończonych (MES). Zwróciłam jednak uwagę na ekwiwalentne do MES w zadaniach tensegrity sformułowanie algebraiczne, sformalizowane w pracach T. Lewińskiego [Lewiński T.: On Algebraic Equations of Elastic Trusses, Frames and Grillages, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 39, s. 307-321, 2001] oraz J. Pełczyńskiego i W. Gilewskiego [Pełczyński J., Gilewski W.: An extension of Algebraic Equations of Elastic Trusses with Self-Equilibrating System of Forces, *Proceedings of the 7th European Conference on Computational Mechanics*, Glasgow, UK, June 2018]. Sformułowanie algebraiczne jest w zakresie konstrukcji prętowych (w tym tensegrity) formalnie ściśle i wykorzystałam je, opracowując własne oprogramowanie w środowisku Mathematica. Powyższe sformułowanie pozwoliło mi m.in. opisać i przeanalizować procesy samo-diagnozy i samo-naprawy płyty tensegrity po utracie nośności elementu konstrukcyjnego – analizę przedstawiłam w pracy (pkt I.2 [6]).

Drugim narzędziem obliczeniowym, które wykorzystałam, uogólniłam i z powodzeniem wykorzystałam do opisu cech konstrukcji inteligentnych tensegrity, był model kontynuacyjny, zaproponowany przez A. Kasprzaka i W. Gilewskiego w roku 2014 [Kasprzak A, Gilewski W.: 3D Continuum Model of Tensegrity Modules with the Effect of Self-stress, *Proceedings of the 11th World Congress on Computational Mechanics*, Barcelona, Spain, July 2014]. Zaproponowali oni porównanie własności modułów tensegrity z uśrednionymi własnościami sprężystymi ekwiwalentnej objętości ciała opisanego równaniami liniowej teorii

sprężystości. Aby wykorzystać ten model do oceny inteligentnych konstrukcji tensegrity, rozszerzyłam sformułowanie:

- identyfikując zastępcze inżynierskie parametry materiałowe (w zakresie możliwych w ramach teorii sprężystości rodzajów symetrii materiałowej),
- opisując w sposób kontynualny układy konstrukcyjne tensegrity składające się z wielu modułów, identyfikując przy tym szereg analogii i podobieństw,
- opisując efekt skali konstrukcji i przedstawiając sposób oszacowania błędu uśrednienia.

Prace w wymienionym zakresie zapoczątkowałam w rozprawie doktorskiej, a uporządkowałam i znacznie rozwinęłam w kolejnych latach. Wykorzystałam przy tym wymienione wcześniej sformułowanie algebraiczne. Rozszerzenie i szczegółowy opis modelu kontynualnego, które uważam za swoje osiągnięcie naukowe związane z opisem konstrukcji inteligentnych, opublikowałam w szeregu prac. Zastosowanie modelu kontynualnego w wersji rozszerzonej pozwoliło na określenie możliwości i granic samo-sterowania i aktywnej kontroli inteligentnych konstrukcji typu tensegrity.

Praca (pkt I.2 [2]) dotyczy identyfikacji technicznych parametrów materiałowych w typowych modułach tensegrity i opisu ich zależności od parametrów geometrycznych i poziomu układów samorównoważnych sił podłużnych. Moim autorskim wkładem w tę pracę jest opis matematyczny rozszerzonego przeze mnie modelu kontynualnego, uwzględniający wskazanie sposobu wyznaczania zastępczych inżynierskich parametrów materiałowych, a także przeprowadzenie analizy typowych modułów tensegrity przy użyciu opracowanego modelu kontynualnego.

W pracy (pkt I.2 [3]) przedstawiono struktury tensegrity o budowie modularnej i wykazano różnice oraz podobieństwa parametrów mechanicznych w pojedynczych komórkach (modułach tensegrity), super-komórkach składających się z kilku modułów oraz układach wielokomórkowych i strukturach metamateriałowych. Moim oryginalnym wkładem w tę pracę było stworzenie autorskiego oprogramowania w środowisku Mathematica, które pozwala na identyfikację cech mechanicznych struktur modułowych tensegrity przy użyciu opracowanego wcześniej modelu kontynualnego. Ponadto jestem autorem analiz zaproponowanych w artykule struktur tensegrity, które przeprowadziłam przy wykorzystaniu opisanego wyżej oprogramowania.

Przedmiotem analiz w pracy (pkt I.2 [1]) było oszacowanie błędu modelu kontynualnego i ocena efektu skali. Wykazano, że model w pierwszym przybliżeniu prowadzi do równań liniowej teorii sprężystości, a w kolejnych przybliżeniach do modeli gradientowych różnych rzędów. Mój oryginalny wkład w tę pracę to opis efektu skali konstrukcji

i przedstawienie sposobu oszacowania błędu uśrednienia w modelu kontynualnym. Przeprowadziłam też analizy wybranych konstrukcji przy użyciu zaproponowanego modelu.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W ramach aktywności naukowej, współpracuję z trzema zewnętrznymi jednostkami naukowymi, z których dwie są jednostkami zagranicznymi. Ponadto prowadzę aktywną współpracę międzywydziałową w obrębie Politechniki Warszawskiej.

Od 2022 roku współpracuję z Prof. Fernando Fraternali z University of Salerno (UNISA) we Włoszech. Pierwszy kontakt z Prof. Fraternali nawiązałam na początku 2022 roku, poszukując możliwej współpracy związanej z moimi zainteresowaniami naukowymi, które w bardzo dużym stopniu pokrywają się z obszarem działalności Prof. Fraternali. Prof. Fraternali jest prekursorem w obszarze metamateriałów tensegrity i znanym na świecie ekspertem w dziedzinie badań nad strukturami tensegrity w różnych skalach. W 2022 roku został wyróżniony na liście 100.000 najlepszych naukowców na świecie wg zespolonego indeksu cytowań PLoS Biol 18(10): e3000918, a w 2018 roku uzyskał nagrodę “Major Contributions to Tensegrity Systems Research”, Texas A&M Laboratory on Tensegrity Systems.

Nawiązanie kontaktu z Prof. Fraternali zaowocowało zaproszeniem do odbycia stażu naukowego w UNISA, w ślad za którym złożyłam wniosek o stypendium stażowe w konkursie Bekkera finansowanym przez agencję NAWA. Ponadto zostałam zaproszona przez Prof. Fraternali do uczestnictwa w warsztatach “Multiscale Innovative Materials and Structures” MIMS22, które odbyły się w dniach 29.09.-01.10.2022 w miejscowości Cetara we Włoszech. Były to warsztaty zorganizowane w ramach projektu PRIN 2017 “Multiscale Innovative Materials and Structures”, finansowanego przez Italian Ministry of University and Research. Warsztaty miały formę seminaryjno-dyskusyjną i na zaproszenie Prof. Fraternali prezentowałam na nich swoje badania nad strukturami płytowymi na bazie tensegrity, wzmocnionymi wewnętrznym szkieletem, który był inspirowany wynikami uzyskanymi z optymalizacji topologicznej.

Współpraca z Prof. Fraternali zaowocowała również wspólną aplikacją o organizację kursu w International Centre for Mechanical Sciences (CISM) w Udine we Włoszech. Kurs pod

tytułem “Tensegrity Systems: From Biomechanics to Mechanical Metamaterials” ma się odbyć we wrześniu 2024. Prof. Fraternali zaprosił mnie do współprowadzenia kursu – mam być jednym z sześciu wykładowców (pozostali wykładowcy: prof. Fernando Fraternali z University of Salerno, dr Andrea Micheletti z University of Rome Tor Vergata, prof. Julián Rimoli z University of California, dr Oh Chai Lian z University Teknologi MARA oraz Stephen M. Levin z SML Biotensegrity Archive). Kurs został wstępnie rekomendowany przez CISM Rectors' Committee, a ostateczna decyzja zostanie podjęta przez Scientific Council of CISM w marcu 2023.

Od 2019 roku, z ramienia kierowanego przez mnie Zespołu Konstrukcji Drewnianych (ZKD WIL PW), prowadzę aktywną, ciągłą współpracę z Universität für Bodenkultur (BOKU) w Wiedniu w Austrii, z zespołem kierowanym przez Prof. Benjamina Kromosera. Jest to współpraca naukowa, która dotyczy modelowania numerycznego i badań doświadczalnych połączeń elementów z drewna klejonego warstwowo. W ramach współpracy, BOKU wykonuje fizyczne modele połączeń ciesielskich elementów z drewna klejonego warstwowo, m.in. przy użyciu przemysłowego robota wieloosiowego, a także prowadzi badania laboratoryjne wykonanych połączeń. Rolą ZKD jest modelowanie numeryczne elementów drewnianych przy użyciu różnych modeli materiału, wykonywanie modeli MES połączeń drewnianych z uwzględnieniem różnych rodzajów kontaktu pomiędzy elementami, a także kalibracja i walidacja modeli MES.

Przebieg współpracy był następujący. W 2019 roku Prof. Kromoser odbył jednodniową wizytę na Politechnice Warszawskiej, która miała na celu omówienie warunków dalszej wzajemnej współpracy, w tym podział ról, ustalenie kamieni milowych i celów wspólnej pracy naukowej. W ramach wspólnych prac badawczych, odbyłam w 2019 roku czterodniową wizytę studyjną w BOKU w Wiedniu, podczas której uczestniczyłam w badaniach prowadzonych przez zespół Prof. Kromosera w laboratoriach BOKU. Były to badania połączeń drewnianych stosowanych jako węzły kratownicy z drewna klejonego warstwowo. W okresie pandemii współpraca była kontynuowana w formie zdalnej, w postaci regularnych spotkań on-line z Prof. Kromoserem i jego zespołem, mających na celu wymianę i omówienie wyników badań prowadzonych w obu ośrodkach – badań doświadczalnych w BOKU i numerycznych w PW.

W lutym 2023 roku odbyłam siedmiodniową wizytę studyjną w BOKU w ramach programu Mobility PW, finansowaną przez IDUB PW. Podczas wizyty wzięłam udział w badaniach doświadczalnych belek drewnianych oraz zespolonych drewniano-betonowych, a także w badaniach prowadzonych z wykorzystaniem robota przemysłowego. Uczestniczyłam

też w seminarium instytutowym na BOKU, gdzie prezentowałam wyniki swoich dotychczasowych prac. Celem wizyty było uczestniczenie w badaniach laboratoryjnych, omówienie wyników badań numerycznych, ustalenie szczegółów dotyczących wspólnej publikacji, a także omówienie możliwości wspólnego aplikowania o projekty badawcze.

Współpraca z BOKU zaowocowała wspólną publikacją naukową w 2022 roku w czasopiśmie *Materials* (pkt II.4 [3]). Obecnie trwają prace nad kolejną wspólną publikacją, dotyczącą numerycznej symulacji niedokładności wykonawczych w połączeniach drewnianych – planowane jest złożenie artykułu do końca maja 2023 w czasopiśmie *Construction and Building Materials*.

W ramach współpracy krajowej, od 2016 roku współpracuję z Wydziałem Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej, z zespołem kierowanym przez dr hab. inż. Paulinę Obarę, prof. PŚk. Jest to współpraca naukowa w zakresie badań numerycznych konstrukcji tensegrity, skupiająca się na analizie modularnych struktur płytowych zbudowanych z połączonych komórek tensegrity. Współpraca zaowocowała dwiema wspólnymi publikacjami w 2016 (pkt II.4 [39]) i 2019 roku (pkt II.2 [3]). W pracach zaproponowano model kontynuacyjny płytowych konstrukcji tensegrity zbudowany w oparciu o 6-parametrową teorię powłok, który pozwala na znaczne uproszczenie obliczeń tego typu struktur. Opracowany model może być stosowany do wyznaczania przemieszczeń, odkształceń i sił wewnętrznych w konstrukcjach płytowych tensegrity.

W ramach współpracy międzywydziałowej w obrębie Politechniki Warszawskiej, od 2019 współpracuję z Wydziałem Samochodów i Maszyn Roboczych (SiMR PW). Jest to współpraca naukowa w dwóch obszarach badawczych – pierwszy dotyczy rozwijalnych struktur tensegrity, a drugi – metamateriałów tensegrity. W obszarze konstrukcji rozwijalnych, w początkowej fazie współpracy prowadziliśmy wspólne badania nad rozkładanymi kładkami dla pieszych, których konstrukcja bazuje na podstawowych modułach tensegrity. Obecnie, skupiamy się na rozwijalnych słupach tensegrity, które analizujemy przy użyciu autorskiej metody opartej na stosowaniu modeli MES (za tę część odpowiada WIL PW) oraz analizach dynamicznych z wykorzystaniem MBD (za tę część odpowiada SiMR PW), opracowujemy system sterowania konstrukcją (system jest opracowywany przez SiMR PW w oparciu o wyniki analiz numerycznych prowadzonych przez obie jednostki) i prowadzimy badania laboratoryjne na modelu słupa w średniej skali (w badania laboratoryjne zaangażowane są obie jednostki, stanowisko badawcze znajduje się na SiMR PW). Równolegle, współpracujemy w zakresie badań nad metamateriałami tensegrity, które są wykonywane w technologii druku 3D. Do zadań



WIL PW należy opracowywanie modeli matematycznych badanych struktur, a także prowadzenie badań laboratoryjnych. SiMR PW odpowiedzialny jest za przygotowanie modeli komputerowych do druku 3D, dobór odpowiednich technik druku, a także dostosowanie stanowiska badawczego, które znajduje się na WIL PW. Opisana współpraca zaowocowała realizacją kilku projektów interdyscyplinarnych finansowanych przez Politechnikę Warszawską (pkt II.15 [1, 6, 7]), a także wspólnymi publikacjami naukowymi (pkt II.2 [2, 9], pkt II.4 [15, 18, 30]).

Poza współpracą z wymienionymi wyżej jednostkami, w swojej pracy naukowej współpracowałam również z dwiema zagranicznymi instytucjami badawczymi, tj. Southeast University w Chinach oraz Sintef Community w Norwegii. Współpraca została nawiązana w celu wspólnego aplikowania o międzynarodowe projekty badawcze (odpowiednio: SHENG-2 NCN na temat fasad tensegrity-origami oraz ForestValue Joint Call 2021 na temat połączeń drewnianych). Niestety żadnego z tych projektów nie udało się uzyskać.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

#### Osiągnięcia dydaktyczne

W ramach działalności dydaktycznej prowadzę na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej zajęcia z Konstrukcji drewnianych w języku polskim i angielskim, na studiach I i II stopnia, zarówno ćwiczenia jak i wykłady. Jestem koordynatorem dwóch przedmiotów na studiach I stopnia: Timber structures i Diploma seminar – oba przedmioty prowadzone są w języku angielskim. Moja działalność dydaktyczna obejmuje też prowadzenie prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich (dotychczas posiadam 12 wypromowanych prac, 3 w trakcie), udział w komisjach dyplomowych (93 komisje) oraz recenzowanie prac dyplomowych (3 recenzje). Jedną z wypromowanych przeze mnie prac inżynierskich: „Prętowo-powierzchniowe konstrukcje tensegrity” autorstwa mgr inż. Kamili Martyniuk-Sienkiewicz zakończyła się wspólną publikacją naukową (pkt II.4 [31]).

Za swoje najważniejsze osiągnięcia w zakresie dydaktyki uważam opracowanie oryginalnych materiałów dydaktycznych do zajęć z Konstrukcji drewnianych i Timber structures w ramach programu NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca (projekt wskazany w wykazie osiągnięć naukowych), a także przygotowanie i prowadzenie nowej formy projektu na ćwiczeniach audytoryjnych z Konstrukcji drewnianych na studiach II stopnia, tzw.

„projektu twórczego”, w ramach którego studenci opracowują w zespołach koncepcję nietypowej konstrukcji drewnianej (bazującej np. na strukturach tensegrity czy origami), tworzą założenia projektowe, wykonują analizę MES konstrukcji lub jej fragmentu, budują rzeczywiste modele w skali i prezentują wyniki swojej pracy podczas seminarium.

Ponadto, organizuję co roku (z przerwą w okresie pandemii) wyjazdy studentów studiów II stopnia do zakładu produkcji drewna klejonego warstwowo Andrewex Construction Sp. z o.o. w Cierpicach. Studenci uczestniczą w seminarium prowadzonym przez głównych projektantów z firmy, spotkaniach z pracownikami, są też oprowadzani po zakładzie prefabrykacji.

W 2022 roku byłem współautorem wniosku złożonego w międzynarodowym konkursie studenckim Solar Decathlon Europe 2023. Aplikacja została pozytywnie oceniona i zespół został zakwalifikowany do konkursu, jednak ze względu na niepewny okres pandemiczny organizatorzy wycofali się z przeprowadzenia tej edycji.

#### Osiągnięcia organizacyjne

W ramach działalności organizacyjnej, od 2019 roku jestem kierownikiem Zespołu Konstrukcji Drewnianych (ZKD), który jest częścią Zakładu Budownictwa Ogólnego w Instytucie Inżynierii Budowlanej WIL PW. W Zespole pracuje pięć osób (profesor, dwóch adiunktów i dwóch doktorantów). Do podstawowych zadań Zespołu należy prowadzenie działalności naukowej i dydaktycznej w zakresie budownictwa drewnianego. ZKD prowadzi zajęcia z konstrukcji drewnianych na studiach I i II stopnia, kształcąc studentów w zakresie projektowania zarówno tradycyjnych konstrukcji z drewna litego, jak i nowoczesnych systemów konstrukcyjnych opartych o drewno klejone warstwowo i krzyżowo. W ramach działalności naukowej Zespół prowadzi projekty badawcze, przygotowuje publikacje naukowe, wykonuje ekspertyzy i współpracuje z otoczeniem gospodarczym. ZKD specjalizuje się w badaniach numerycznych konstrukcji drewnianych, ze szczególnym uwzględnieniem elementów z drewna klejonego warstwowo. W 2022 roku powstało Laboratorium Konstrukcji Drewnianych, dzięki któremu rozpoczęto również badania laboratoryjne.

Oprócz podstawowych obowiązków administracyjnych związanych z kierowaniem Zespołem, prowadzę aktywną działalność w zakresie nawiązywania kontaktów z zagranicznymi jednostkami naukowymi i badawczymi, mającą na celu wspólne aplikowanie o międzynarodowe projekty badawcze, zarówno w zakresie konstrukcji drewnianych jak i struktur tensegrity. Prowadzę również wraz z Zespołem współpracę z firmą Andrewex Construction Sp. z o.o., która, oprócz wspólnych przedsięwzięć dydaktycznych oraz

aplikowania o granty badawcze, doprowadziła do wspólnej organizacji seminarium „Nowoczesne konstrukcje drewniane. 2023 – Kluczowe wyzwania drewna klejonego warstwowo i krzyżowo”, zaplanowanego na 16 maja 2023 na WIL PW.

Ponadto, od 2020 roku pełnię funkcję Pełnomocnika Dziekana ds. promocji Wydziału, a także Koordynatora ds. wdrożenia SIW i Marki PW. 2. Prowadzę działania na rzecz promocji Wydziału, obejmujące: stworzenie (we współpracy z informatykami) i prowadzenie strony internetowej WIL w języku polskim i angielskim; opracowanie materiałów promocyjnych, takich jak prezentacje Wydziału i poszczególnych jego jednostek; stworzenie portfolio ze zdjęciami promującymi Wydział; współpracę z Biurem Komunikacji i Promocji PW.

Jestem również członkiem komitetu organizacyjnego międzynarodowego kongresu „17th International Congress on Polymers in Concrete” ICPIC 2023, współorganizowanego przez Politechnikę Warszawską i Instytut Techniki Budowlanej, który odbędzie się we wrześniu 2023 roku w Warszawie.

#### Osiągnięcia popularyzujące naukę

W ramach przedsięwzięć popularyzujących naukę jestem zaangażowana (jako przewodnicząca komitetu organizacyjnego) w organizację seminarium pt. „Nowoczesne konstrukcje drewniane. 2023 – Kluczowe wyzwania drewna klejonego warstwowo i krzyżowo”, które odbędzie się 16 maja 2023 na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Wydarzenie ma na celu popularyzację wiedzy na temat projektowania i wykonywania nowoczesnych konstrukcji drewnianych wśród studentów i doktorantów Politechniki Warszawskiej. Prelegentami będą eksperci w zakresie drewna masywnego z różnych firm i instytucji naukowych w Polsce i Europie. Głównym partnerem jest firma Andrewex Construction Sp. z o.o.

Innym istotnym działaniem mającym na celu rozpowszechnienie wiedzy na temat budownictwa drewnianego, był mój udział (jako jednego z dziewięciu autorów) w 2019 roku w przygotowaniu opracowania pt. „Środowiskowe aspekty nowoczesnego budownictwa drewnianego” (pkt III.5 [2]), wykonanego przez Krajową Agencję Poszanowania Energii S.A. na zlecenie Ministerstwa Środowiska, finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Opracowanie związane było z wdrażaniem przez Ministerstwo Środowiska polityki zrównoważonego rozwoju poprzez ograniczenie emisji dwutlenku węgla powstającego przy produkcji materiałów budowlanych używanych w technologii murowanej, propagowanie efektywnego wykorzystania surowca drzewnego jako

materiału budowlanego i przeciwdziałanie zmianom klimatu. Celem przeprowadzonych analiz było wskazanie korzyści środowiskowych związanych z rozwojem nowoczesnego budownictwa drewnianego w Polsce.

W 2018 roku wzięłam udział w roli wykładowcy w pięciodniowym kursie „C3 Intensive course on Geomatics and remote sensing and 3D models, linked to diagnosis process”, zorganizowanym w ramach projektu DIAGNOSIS (projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach programu ERASMUS+) (pkt II.14 [2]). Kurs odbył się na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, a uczestnikami byli specjaliści z zakresu diagnostyki konstrukcji z różnych krajów europejskich. Prowadziłam wykłady na temat metod oceny stanu technicznego konstrukcji drewnianych.

W ramach działalności popularyzującej naukę, wykazuję również aktywność w aplikowaniu o projekty badawcze, zarówno wewnątrzuczelniane jak i finansowane przez zewnętrzne jednostki. Aktualnie jestem kierownikiem jednego grantu finansowanego przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport PW (pkt II.15 [1]), w ramach którego prowadzę badania doświadczalne nad metamateriałami tensegrity wykonywanymi w technologii druku 3D. Projekt ten jest realizowany we współpracy interdyscyplinarnej z Wydziałem Samochodów i Maszyn Roboczych PW. Badane metamateriały mogą w przyszłości zostać wdrożone jako elementy służące do tłumienia drgań, czy też jako wzmocnienia tradycyjnych konstrukcji.

Ponadto uczestniczę jako wykonawca w krajowym projekcie badawczym SONATA-17 (pkt II.9 [1]), finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki. W ramach projektu prowadzę badania numeryczne i doświadczalne płyty warstwowej składającej się z okładzin drewnianych lub drewnopochodnych i rdzenia tensegrity. Opracowane rozwiązanie może być w przyszłości zastosowane w systemach modułowych opartych na szkielecie drewnianym, jako przegrody z możliwością sterowania ich własnościami mechanicznymi.

Równolegle uczestniczę jako wykonawca w dwóch europejskich projektach badawczych BRIK (pkt II.9 [2, 3]), finansowanych przez Unię Europejską i PKP PLK S.A. W ramach projektów uczestniczę w badaniach laboratoryjnych i numerycznych konstrukcji nawierzchni kolejowej z elementami tłumiącymi drgania, biorę udział w opracowywaniu wyników badań i ich upowszechnianiu. Ważnym celem projektów jest opracowanie wymagań i rekomendacji dla PKP PLK S.A., dotyczących stosowania elementów sprężystych, takich jak podkładki podpodkładowe czy maty podtłuczniowe, na polskich liniach kolejowych.

Zrealizowałam jako kierownik cztery wewnętrzne projekty (pkt II.15 [2-5]), dotyczące badań nad strukturami tensegrity, uczestniczyłam też jako wykonawca w dwóch projektach wewnętrznych (pkt II.15 [6, 7]), które dotyczyły rozwijalnych struktur tensegrity.

Ponadto, aplikowałam jako kierownik o projekty badawcze w ramach konkursów LIDER X (badania rozwijalnych struktur tensegrity) oraz SONATA-14, SONATA-17 i SONATA-18 (badania numeryczne i doświadczalne metamateriałów tensegrity, ostatni wniosek jest w ocenie), a także IDUB YOUNG PW (badania doświadczalne metamateriałów tensegrity wykonanych w technologii druku 3D, wniosek w ocenie). Uczestniczyłam również w przygotowaniu wniosków projektowych w konkursach LIDER XII i LIDER XIII (badania rozwijalnych słupów tensegrity), SHENG-2 (badania numeryczne i doświadczalne rozwijalnych fasad origami-tensegrity, we współpracy z Southeast University w Chinach) oraz ForestValue Joint Call 2021 (badania połączeń drewnianych, we współpracy z Sintef Community w Norwegii).

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

#### Udział w szkoleniach:

- 2018: udział w warsztatach nt. projektowania konstrukcji z drewna klejonego oraz Doktorandenkolloquium Holzbau Forschung + Praxis 2018, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Entwurf, Stuttgart, Niemcy.
- 2015: udział w dwudniowym szkoleniu na temat konstrukcji tensegrity zorganizowanym przed sympozjum IASS 2015, Amsterdam, Holandia.
- 2013: udział w semestralnym seminarium pedagogicznym dla doktorantów Politechniki Warszawskiej, Warszawa, Polska.
- 2012: udział w dwudniowym szkoleniu nt. stosowania zespolonych elementów konstrukcyjnych w obiektach mostowych, Wrocław, Polska.
- 2010: udział w warsztacie „Rozwiązania zastosowane przy realizacji budynków biurowych Radwar Business Park oraz projekt i budowa autostrady A2 na odcinku Stryków-Konotopa”, Akademia Budimex, Warszawa, Polska.
- 2008: Udział w szkoleniu „Podstawy nowoczesnej techniki deskowań PERI”, PERI, Płochociń, Polska.

2007: Udział w dziewięciodniowym kursie BEST Course „Get Yourself Integrated” (kurs na temat zintegrowanych systemów w firmach), Technical University of Kosice, Koszyce, Słowacja.

#### Uzyskane nagrody:

2021: stypendium Rektora PW dla młodych naukowców za osiągnięcia naukowe z okresu 2018-2021.

2021: nagroda zespołowa Rektora PW za osiągnięcia naukowe w latach 2019-2020.

2017: nagroda indywidualna Rektora PW za wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

#### Pozostała działalność naukowa:

- Członek Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport PW – od 2021 roku.
- Promotor pomocniczy zakończonym w przewodzie doktorskim mgr. inż. Arkadiusza Leśko – rozprawa doktorska pt. „Ocena wpływu wilgotności na połączenia w konstrukcjach z drewna klejonego warstwowo”, promotor: prof. dr hab. inż. Wojciech Gilewski. Obrona odbyła się w grudniu 2022.

Praca dotyczyła badania wpływu wilgotności na pracę połączeń w drewnie klejonym warstwowo. Celem naukowym pracy była odpowiedź na pytanie czy i w jakich okolicznościach zmiany wilgotności dźwigarów konstrukcyjnych z drewna klejonego warstwowo mogą być niebezpieczne z punktu widzenia możliwej delaminacji warstw w sąsiedztwie połączeń i stosowanych łączników. Doktorant wykonał szereg symulacji komputerowych przy użyciu metody elementów skończonych, na podstawie których wyciągnął praktyczne wnioski i zalecenia projektowych. Ponadto przeprowadził własne badania doświadczalne, mające na celu weryfikację i uzupełnienie rozważań teoretycznych.

Jako promotor pomocniczy byłam odpowiedzialna za część praktyczną pracy, dotyczącą badań doświadczalnych belek z drewna litego i klejonego warstwowo. Wspomagałam doktoranta w opracowaniu metodyki badań, przygotowaniu stanowiska badawczego oraz interpretacji uzyskanych wyników.

- Promotor pomocniczy w przewodzie doktorskim mgr inż. Kamili Martyniuk-Sienkiewicz, której promotorem jest prof. dr hab. inż. Wojciech Gilewski.

Doktorantka jest na drugim roku studiów doktoranckich w Szkole Doktorskiej na Politechnice Warszawskiej. W rozprawie doktorskiej przewiduje się badania metamateriałów tensegrity 2D i 3D oraz obiektów w skali konstrukcyjnej – tarcz i płyt o strukturze tensegrity. Tarcze można zbudować z modułów 2D lub 3D, a płyty z modułów 3D, przy czym możliwe jest zastosowanie modułów o zróżnicowanych własnościach mechanicznych, którymi można sterować poprzez zastosowanie odpowiednich proporcji geometrii i przekrojów cięgien i zastrzałów, a także dostosowanie poziomu *self-stress*. W pracy przewiduje się zróżnicowanie własności modułów tensegrity w sposób zgodny z zasadami optymalizacji topologicznej lub w sposób, który bazuje na strukturach auksetycznych o nietypowych własnościach mechanicznych, np. o ujemnych współczynnikach Poissona.

Znajomość języków obcych:

j. angielski (certyfikat CAE), j. niemiecki (poziom C1), j. hiszpański (certyfikat DELE C1),  
j. francuski (poziom A2), Polski Język Migowy (poziom A2).

.....  
(podpis wnioskodawcy)

## **Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny**

*Informacje zawarte w poszczególnych punktach tego dokumentu powinny uwzględniać podział na okres przed uzyskaniem stopnia doktora oraz pomiędzy uzyskaniem stopnia doktora a uzyskaniem stopnia doktora habilitowanego.*

### **I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY**

1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy; lub

#### Po uzyskaniu stopnia doktora:

Al Sabouni-Zawadzka A.: High Performance Tensegrity-Inspired Metamaterials and Structures, 2023, CRC Press, Taylor & Francis Group, ISBN 978-1-032-38041-4.

2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy; lub

Cykl publikacji „Konstrukcje inteligentne i metody ich oceny” (prace wymieniono w kolejności od najnowszych do najstarszych):

#### Po uzyskaniu stopnia doktora:

- [1] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: Towards Recognition of Scale Effects in a Solid Model of Lattices with Tensegrity-Inspired Microstructure, Solids 2(1), 2021, s. 50-59.
- [2] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: Equivalent Mechanical Properties of Tensegrity Truss Structures with Self-stress Included, European Journal of Mechanics A-Solids 88, 2020.
- [3] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Soft and Stiff Simplex Tensegrity Lattices as Extreme Smart Metamaterials, Materials 12(187), 2019.
- [4] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Inherent Properties of Smart Tensegrity Structures, Applied Sciences 8(5), 2018.



Przed uzyskaniem stopnia doktora:

- [5] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: On Possible Applications of Smart Structures Controlled by Self-stress, Archives of Civil and Mechanical Engineering 15(2), 2015, s. 469-478.
- [6] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Control of Tensegrity Plate due to Member Loss, Procedia Engineering 91, 2014, s. 204-209.
- [7] Al Sabouni-Zawadzka A.: Active Control of Smart Tensegrity Structures, Archives of Civil Engineering 60(4), 2014, s. 517-534.
- [8] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Smart Civil Engineering Structures, w: Teoretyczne podstawy budownictwa. Konstrukcje inżynierskie / Jemioło S., Gajewski M., Monografie WIL, vol. 3, 2013, OWPW, s. 125-136.

3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy.

Nie dotyczy

*W przypadku prac dwu- lub wieloautorskich zaleca się złożenie oświadczenia przez habilitanta oraz współautorów wskazujące na ich merytoryczny (a NIE procentowy) wkład w powstanie każdej pracy [np. twórca hipotezy badawczej, pomysłodawca badań, wykonanie specyficznych badań (np. przeprowadzenie konkretnych doświadczeń, opracowanie i zebranie ankiet, itp.), wykonanie analizy wyników, przygotowanie manuskryptu artykułu, i inne]. Określenie wkładu danego autora, w tym habilitanta, powinno być na tyle precyzyjne, aby umożliwić dokładną ocenę jego udziału i roli w powstaniu każdej pracy.*

Oświadczenia wskazujące na wkład merytoryczny poszczególnych autorów w publikacje wymienione w pkt I.2 dołączono do wniosku w formie załączników.

## II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ

1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).

### Po uzyskaniu stopnia doktora:

- [1] Al Sabouni-Zawadzka A.: High Performance Tensegrity-Inspired Metamaterials and Structures, 2023, CRC Press, Taylor & Francis Group, ISBN 978-1-032-38041-4.

2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

### Po uzyskaniu stopnia doktora:

- [1] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Król P., Pełczyński J.: Controversy Over Cracks in Glued Laminated Timber Beams, w: XXX Russian-Polish-Slovak Seminar “Theoretical Foundation of Civil Engineering” (RSP 2021): Selected Papers / Akimov P., Vatin N. (red.), Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 189, 2021, Springer, ISBN 978-3-030-86001-1, s. 81-90, DOI:10.1007/978-3-030-86001-1\_10.
- [2] Zawadzki A., Al Sabouni-Zawadzka A.: Critical Issues in Designing Controllable Deployable Tensegrity Structures, w: XXX Russian-Polish-Slovak Seminar “Theoretical Foundation of Civil Engineering” (RSP 2021) : Selected Papers / Akimov P., Vatin N. (red.), Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 189, 2021, Springer, ISBN 978-3-030-86001-1, s. 325-333, DOI:10.1007/978-3-030-86001-1\_38.
- [3] Gilewski W., Obara P., Al Sabouni-Zawadzka A.: 2D Theory of Shell-like Tensegrity Structures, w: Recent Developments in the Theory of Shells / Altenbach H. [i in.] (red.), Advanced Structured Materials, vol. 110, 2019, Springer, ISBN 978-3-030-17746-1, s. 271-283, DOI:10.1007/978-3-030-17747-8\_15.
- [4] Zbiciak A., Zobel H., Oleksiewicz W., Kraśkiewicz C., Lipko C., Al Sabouni-Zawadzka A.: Wibroizolatory w konstrukcji nawierzchni dróg szynowych – badania laboratoryjne i symulacje komputerowe, w: Badania naukowe w Instytucie Dróg i Mostów - Monografia jubileuszowa / Olszewski P. (red.), 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-018-4, s. 157-173.
- [5] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: Some considerations on perpendicular to grain stress in double-tapered glulam beams, w: Theoretical Foundations of Civil Engineering. Mechanics and Structures / Jemioło S., Al Sabouni-

Zawadzka A. (red.), vol. 8, 2018, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-714-5, s. 9-18.

- [6] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A., Pełczyński J.: Physical shape functions in 6-parameter shell theory finite elements, w: Shell Structures: Theory and Applications (SSTA 2017), vol. 4 / Pietraszkiewicz W., Witkowski W. (red.), 2018, CRC Press / Balkema, ISBN 978-1-138-05045-7, s. 371-374, DOI:10.1201/9781315166605-84.

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

- [7] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Technical coefficients in continuum models of an anisotropic tensegrity module, w: Theoretical Foundations of Civil Engineering. Structural Mechanics / Jemioło S., Gajewski M. (red.), Monografie Wydziału Inżynierii Lądowej, vol. 7, 2016, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-607-0, s. 53-66.
- [8] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: O pewnej możliwości sterowania sztywnością struktur kratowych tensegrity, w: Theoretical Foundations of Civil Engineering. Polish-Ukrainian Transactions / Szcześniak W., Ataman M. (red.), vol. 22, 2014, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-343-7, s. 11-18.
- [9] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A., Zawadzki A.: Rozwijalne inteligentne kładki dla pieszych typu tensegrity – analiza konstrukcji i aspekty technologiczne, w: Współczesne Technologie Budowy Mostów, 2014, Politechnika Wrocławska, ISBN 978-83-7125-246-4, s. 335-342.
- [10] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Smart civil engineering structures, w: Teoretyczne podstawy budownictwa. Konstrukcje inżynierskie / Jemioło S., Gajewski M., Monografie Wydziału Inżynierii Lądowej, vol. 3, 2013, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-157-0, s. 125-136.
- [11] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Wpływ samorównoważnych układów sił na wybrane własności konstrukcji kratowych, w: XXII Slovak-Polish-Russian Seminar "Theoretical foundation of civil engineering". Proceedings / Lutomirski S., Gajewski M. (red.), 2013, Moscow State University of Civil Engineering, s. 131-138.
- [12] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: O możliwościach zastosowania konstrukcji inteligentnych w mostownictwie, w: Obiekty mostowe w infrastrukturze miejskiej. Seminarium, 2013, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, ISBN 978-83-7125-235-8, s. 317-323.

- [13] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: Sterowanie własnościami struktur płytowych typu tensegrity za pomocą samonaprzeżeń, w: Proceedings of 11th International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings / Jendželovský N., Grmanová A. (red.), 2013, Slovak University of Technology in Bratislava, ISBN 978-80-227-4040-1, s. 47-50.
- [14] Celmer-Al Sabouni A. (nazwisko panięskie, teraz: Al Sabouni-Zawadzka A.), Gilewski W.: Dynamiczne działanie wiatru na most podwieszony, w: Theoretical Foundations of Civil Engineering: Polish-Ukrainian Transactions / Szcześniak W., Ataman M. (red.), vol. 20, 2012, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-034-4, s. 279-286.

3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii.

Po uzyskaniu stopnia doktora:

- [1] Jemioło S., Al Sabouni-Zawadzka A. (red.): Theoretical Foundations of Civil Engineering. Mechanics and Structures, vol. 8, 2018, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-714-5.
4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2).

ARTYKUŁY W CZASOPISMACH NAUKOWYCH

Po uzyskaniu stopnia doktora:

- [1] Kraśkiewicz C., Zbiciak A., Pełczyński J., Al Sabouni-Zawadzka A.: Experimental and numerical testing of prototypical under ballast mats (UBMs) produced from deconstructed tires – the effect of mat thickness, Construction and Building Materials 369, 2023, DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.130559.
- [2] Kraśkiewicz C., Zbiciak A., Medyński J., Al Sabouni-Zawadzka A.: Laboratory testing of selected prototype under sleeper pads (USPs) – pull-off strength determined after the weather resistance test, Archives of Civil Engineering, 2023 (przyjęty do druku).
- [3] Braun M., Pełczyński J., Al Sabouni-Zawadzka A., Kromoser B.: Calibration and Validation of a Linear-Elastic Numerical Model for Timber Step Joints Based on the

Results of Experimental Investigations, *Materials* 15(5), 2022, DOI:10.3390/ma15051639.

- [4] Kraśkiewicz C., Zbiciak A., Al Sabouni-Zawadzka A., Piotrowski A.: Resistance to severe environmental conditions of prototypical recycling-based under ballast mats (UBMs) used as vibration isolators in the ballasted track systems, *Construction and Building Materials* 319, 2022, DOI:10.1016/j.conbuildmat.2021.126075.
- [5] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: Towards Recognition of Scale Effects in a Solid Model of Lattices with Tensegrity-Inspired Microstructure, *Solids* 2(1), 2021, s. 50-59, DOI:10.3390/solids2010002.
- [6] Kraśkiewicz C., Zbiciak A., Al Sabouni-Zawadzka A., Marczak M.: Analysis of the Influence of Fatigue Strength of Prototype Under Ballast Mats (UBMs) on the Effectiveness of Protection against Vibration Caused by Railway Traffic, *Materials* 14(9), 2021, DOI:10.3390/ma14092125.
- [7] Kraśkiewicz C., Mossakowski P., Zbiciak A., Al Sabouni-Zawadzka A.: Experimental identification of dynamic characteristics of a track structure influencing the level of noise emission, *Archives of Civil Engineering* 67(4), 2021, s. 543-557, DOI:10.24425/ace.2021.138517.
- [8] Kraśkiewicz C., Zbiciak A., Wasilewski K., Al Sabouni-Zawadzka A.: Laboratory Tests and Analyses of the Level of Vibration Suppression of Prototype under Ballast Mats (UBM) in the Ballasted Track Systems, *Materials* 14(2), 2021, DOI:10.3390/ma14020313.
- [9] Kraśkiewicz C., Zbiciak A., Al Sabouni-Zawadzka A.: Laboratory tests of resistance to severe environmental conditions of prototypical under sleeper pads applied in the ballasted track structures, *Archives of Civil Engineering* 67(3), 2021, s. 319-331, DOI:10.24425/ace.2021.138058.
- [10] Kraśkiewicz C., Chmielewska B., Zbiciak A., Al Sabouni-Zawadzka A.: Study on Possible Application of Rubber Granulate from the Recycled Tires as an Elastic Cover of Prototype Rail Dampers, with a Focus on Their Operational Durability, *Materials* 14(19), 2021, DOI:10.3390/ma14195711.
- [11] Zbiciak A., Kraśkiewicz C., Dudziak S., Al Sabouni-Zawadzka A., Pełczyński J.: An accurate method for fast assessment of under slab mats (USM) performance in ballastless track structures, *Construction and Building Materials* 300, 2021, DOI:10.1016/j.conbuildmat.2021.123953.

- [12] Al Sabouni-Zawadzka A.: Extreme Mechanical Properties of Regular Tensegrity Unit Cells in 3D Lattice Metamaterials, *Materials* 13(21), 2020, DOI:10.3390/ma13214845.
- [13] Al Sabouni-Zawadzka A., Brodniewicz P., Gilewski W., Pełczyński J.: Projektowanie drewnianych belek dwutrapezowych z otworami w strefie kalenicy, *Inżynieria i Budownictwo* 76(6), 2020, s. 293-295.
- [14] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: Reduction of Perpendicular to Grain Stress in Double-Tapered Glulam Beams with the Transverse Reinforcement, *Archives of Civil Engineering* 66(2), 2020, s. 267-283, DOI:10.24425/ace.2020.131809.
- [15] Al Sabouni-Zawadzka A., Zawadzki A.: Simulation of a deployable tensegrity column based on the finite element modeling and multibody dynamics simulations, *Archives of Civil Engineering* 66(4), 2020, s. 543-560, DOI:10.24425/ace.2020.135236.
- [16] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: Equivalent mechanical properties of tensegrity truss structures with self-stress included, *European Journal of Mechanics A-Solids* 88, 2020, DOI:10.1016/j.euromechsol.2020.103998.
- [17] Kraśkiewicz C., Zbiciak A., Al Sabouni-Zawadzka A., Piotrowski A.: Experimental research on fatigue strength of prototype under sleeper pads used in the ballasted rail track systems, *Archives of Civil Engineering* 66(1), 2020, s. 241-255, DOI:10.24425/ace.2020.131786.
- [18] Zawadzki A., Al Sabouni-Zawadzka A.: In Search of Lightweight Deployable Tensegrity Columns, *Applied Sciences* 20, 2020, DOI:10.3390/app10238676.
- [19] Zbiciak A., Kraśkiewicz C., Al Sabouni-Zawadzka A., Pełczyński J., Dudziak S.: A Novel Approach to the Analysis of Under Sleeper Pads (USP) Applied in the Ballasted Track Structure, *Materials* 13(11), 2020, DOI:10.3390/ma13112438.
- [20] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: Projektowanie belek z drewna klejonego warstwowo z uwagi na naprężenia prostopadłe do włókien, *Inżynieria i Budownictwo* 75(1), 2019, s. 42-46.
- [21] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Soft and Stiff Simplex Tensegrity Lattices as Extreme Smart Metamaterials, *Materials* 12(1), 2019, DOI:10.3390/ma12010187.
- [22] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Inherent Properties of Smart Tensegrity Structures, *Applied Sciences* 8(5), 2018, DOI:10.3390/app8050787.
- [23] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: Perpendicular to grain stress concentrations in glulam beams of irregular shape – finite element modelling in the

context of standard design, *International Wood Products Journal* 9(4), 2018, DOI:10.1080/20426445.2018.1540377.

- [24] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Smart Metamaterial Based on the Simplex Tensegrity Pattern, *Materials* 11(5), 2018, DOI:10.3390/ma11050673.

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

- [25] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: On possible applications of smart structures controlled by self-stress, *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 15(2), 2015, s. 469-478, DOI:10.1016/j.acme.2014.08.006.
- [26] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: Koncepcja innowacyjnej kładki transportowej typu tensegrity do zadań ratowniczych, *Logistyka* 4, 2015.
- [27] Al Sabouni-Zawadzka A.: Active control of smart tensegrity structures, *Archives of Civil Engineering* 60(4), 2014, s. 517-534, DOI:10.2478/ace-2014-0034.
- [28] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Inteligentne konstrukcje płytowe typu tensegrity w budownictwie komunikacyjnym, *Logistyka* 6, 2014, 1390-1397.
- [29] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: O możliwościach zastosowania konstrukcji inteligentnych w mostownictwie, *Inżynieria i Budownictwo* 70(8), 2014, s. 452-454.

OPUBLIKOWANE MATERIAŁY KONFERENCYJNE

Po uzyskaniu stopnia doktora:

- [30] Al Sabouni-Zawadzka A., Zawadzki A., Gilewski W.: Modern lightweight deployable engineering structures, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1015(1), 2021, DOI:10.1088/1757-899X/1015/1/012008.
- [31] Martyniuk-Sienkiewicz K., Al Sabouni-Zawadzka A.: Plate tensegrity structures controlled with self-stress, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1015(1), 2021, DOI:10.1088/1757-899x/1015/1/012025.
- [32] Pełczyński J., Brodniewicz P., Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Design and modeling of glulam beams with holes, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1015(1), 2021, DOI:10.1088/1757-899X/1015/1/012026.
- [33] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J., Skowrońska M.: 3D Finite Element Stress Analysis of Reinforced Double-Tapered Glulam Beams, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 661, 2019, DOI:10.1088/1757-899X/661/1/012068.

- [34] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A., Pełczyński J.: Computational modeling of perpendicular to grain stress in a non-standard glulam beam, w: Proceedings of the 24th International Conference / Fischer C., Náprstek J. (red.), Engineering Mechanics, vol. 24, 2018, ISBN 978-80-86246-88-8, s. 245-248, DOI:10.21495/91-8-245.
- [35] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: On force distribution in the staple connections of wood based panels with OSB covers, MATEC Web of Conferences 196, 2018, DOI:10.1051/mateconf/201819602047.
- [36] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Towards unusual mechanical properties of tensegrity lattice metamaterial, MATEC Web of Conferences 196, 2018, DOI:10.1051/mateconf/201819604093.
- [37] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: Some considerations on perpendicular to grain stress in double-tapered glulam beams, MATEC Web of Conferences 117, 2017, DOI:10.1051/mateconf/201711700058.

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

- [38] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Technical coefficients for continuum models of orthotropic tensegrity modules, w: Advances in Mechanics: Theoretical, Computational and Interdisciplinary Issues: Proceedings of the 3rd Polish Congress of Mechanics (PCM) and 21st International Conference on Computer Methods in Mechanics / Kleiber M. (red.), 2016, Taylor & Francis Group, ISBN 9781138029064, s. 197-200.
- [39] Al Sabouni-Zawadzka A., Kłosowska J., Obara P., Gilewski W.: Continuum Model of Orthotropic Tensegrity Plate-Like Structures with Self-Stress Included, Engineering Transactions 64(4), 2016, s. 501-508.
- [40] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: On Orthotropic Properties of Tensegrity Structures, Procedia Engineering 153, 2016, s. 887-894, DOI:10.1016/j.proeng.2016.08.217.
- [41] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Technical Coefficients in Continuum Models of an Anisotropic Tensegrity Module, Procedia Engineering 111, 2015, s. 871-876, DOI:10.1016/j.proeng.2015.07.161.
- [42] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Control of Tensegrity Plate due to Member Loss, Procedia Engineering 91, 2014, s. 204-209, DOI:10.1016/j.proeng.2014.12.047.



[43] Celmer-Al Sabouni A. (nazwisko panięskie, teraz: Al Sabouni-Zawadzka A.), Gilewski W.: Dynamiczne działanie wiatru na most podwieszony, *Acta Architectura* 11(3), 2012, s. 11-22.

5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

-

6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

-

7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.

Po uzyskaniu stopnia doktora:

[1] Al Sabouni-Zawadzka A., Zawadzki A.: Experimental verification of deployment strategies for a simplex tensegrity column, 7th European Conference on Structural Control 2022, Warszawa, Polska.

[2] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Plate tensegrity structures of variable stiffness inspired with topology optimization – in-plane and out-of-plane deformation, International Workshop on Multiscale Innovative Materials and Structures 2022, Cetara, Włochy.

[3] Al Sabouni-Zawadzka A., Pełczyński J., Gilewski W.: Solid tensegrity-inspired metamaterials with graded mechanical properties, 1st International Conference on Mechanics of Solids 2022, Porto, Portugalia.

[4] Martyniuk-Sienkiewicz K., Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Considerations on possible matching of tensegrity and origami-inspired structures, The International Conference of Selected Issues in Building Structures Design 2022, Kielce, Polska.

[5] Sroka G., Al Sabouni-Zawadzka A., Pełczyński J., Gilewski W.: Numerical modeling of compressed glulam joints with irregular shape of contact, 24th International Conference on Computer Methods in Mechanics 2022, Świnoujście, Polska.

[6] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Król P., Pełczyński J.: Controversy Over Cracks in Glued Laminated Timber Beams, XXIX R-P-S Seminar 2021, Moskwa, Rosja. (Opublikowane, pkt II.2 [1])

- [7] Zawadzki A., Al Sabouni-Zawadzka A.: Critical Issues in Designing Controllable Deployable Tensegrity Structures, XXIX R-P-S Seminar 2021, Moskwa, Rosja. (Opublikowane, pkt II.2 [2])
- [8] Al Sabouni-Zawadzka A., Zawadzki A., Gilewski W.: Modern lightweight deployable engineering structures, XXIX R-P-S Seminar 2020, Wrocław, Polska. (Opublikowane, pkt II.4 [30])
- [9] Martyniuk-Sienkiewicz K., Al Sabouni-Zawadzka A.: Plate tensegrity structures controlled with self-stress, XXIX R-P-S Seminar 2020, Wrocław, Polska. (Opublikowane, pkt II.4 [31])
- [10] Pełczyński J., Brodniewicz P., Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Design and modeling of glulam beams with holes, XXIX R-P-S Seminar 2020, Wrocław, Polska. (Opublikowane, pkt II.4 [32])
- [11] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Extreme mechanical properties of 2D tensegrity-inspired lattices, 4th Polish Congress of Mechanics and 23rd International Conference on Computer Methods in Mechanics 2019, Kraków, Polska.
- [12] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J., Skowrońska M.: 3D Finite Element Stress Analysis of Reinforced Double-Tapered Glulam Beams, XXVIII R-P-S Seminar 2019, Žilina, Słowacja. (Opublikowane, pkt II.4 [33])
- [13] Kraśkiewicz C., Zbiciak A., Al Sabouni-Zawadzka A., Garbacz A.: Effect of severe environmental conditions on prototypical under sleeper pads used in the ballasted rail track systems, Noise Control 2019 Janów Podlaski, Polska.
- [14] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: Perpendicular to grain stress concentrations in glulam beams of irregular shape – finite element modeling in the context of standard design, CompWood 2019, Växjö, Szwecja.
- [15] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A., Pełczyński J.: Computational modeling of perpendicular to grain stress in a non-standard glulam beam, 24th International Conference Engineering Mechanics 2018, Svratka, Czechy. (Opublikowane, pkt II.4 [34])
- [16] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: On force distribution in the staple connections of wood based panels with OSB covers, XXVII R-S-P Seminar 2018, Rostov-on-Don, Rosja. (Opublikowane, pkt II.4 [35])
- [17] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Towards unusual mechanical properties of tensegrity lattice metamaterial, XXVII R-S-P Seminar 2018, Rostov-on-Don, Rosja. (Opublikowane, pkt II.4 [36])

- [18] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W., Pełczyński J.: Some considerations on perpendicular to grain stress in double-tapered glulam beams, XXVII R-S-P Seminar 2017, Warszawa, Polska. (Opublikowane, pkt II.4 [37])
- [19] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: Dynamic properties of tensegrity structures, 22nd International Conference on Computer Methods in Mechanics, Lublin, Polska.

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

- [20] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Inherent smartness of tensegrity structures – structural elements applications, IASS Symposium 2015, Amsterdam, Holandia.
- [21] Al Sabouni-Zawadzka A., Zawadzki A.: Przenośne obiekty mostowe – inteligentne konstrukcje typu tensegrity na tle istniejących rozwiązań, Interdyscyplinarne Zagadnienia Budownictwa 2015, Warszawa, Polska.
- [22] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Technical coefficients in continuum models of an anisotropic tensegrity module, XXIV R-S-P Seminar 2015, Samara, Rosja. (Opublikowane, pkt II.2 [7])
- [23] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Technical coefficients for continuum models of orthotropic tensegrity modules, 3rd Polish Congress of Mechanics and 21st International Conference on Computer Methods in Mechanics 2015, Gdańsk, Polska.
- [24] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: O pewnej możliwości sterowania sztywnością struktur kratowych tensegrity, Theoretical Foundations of Civil Engineering, XXII Polish-Ukrainian Transactions 2014, Warszawa, Polska. (Opublikowane, pkt II.2 [8])
- [25] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A., Zawadzki A.: Rozwijalne inteligentne kładki dla pieszych typu tensegrity – analiza konstrukcji i aspekty technologiczne, Wrocławskie Dni Mostowe 2014, Wrocław, Polska. (Opublikowane, pkt II.2 [9])
- [26] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: Control of plate structures based on tensegrity modules using self-stress, 11th International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings 2013, Bratysława, Słowacja.
- [27] Gilewski W., Al Sabouni-Zawadzka A.: O możliwościach zastosowania konstrukcji inteligentnych w mostownictwie, Wrocławskie Dni Mostowe 2013, Wrocław, Polska.
- [28] Al Sabouni-Zawadzka A., Gilewski W.: Smart civil engineering structures, Theoretical Foundations of Civil Engineering, XXI Polish-Ukrainian Transactions 2013, Warszawa, Polska. (Opublikowane, pkt II.2 [10])

8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.

[1] Członek komitetu organizacyjnego międzynarodowego kongresu ICPIIC współorganizowanego przez Politechnikę Warszawską i Instytut Techniki Budowlanej: 17th International Congress on Polymers in Concrete ICPIIC 2023, Warszawa, Polska.

[2] Przewodniczący komitetu organizacyjnego seminarium organizowanego przez Zespół Konstrukcji Drewnianych (Zespół jest częścią Zakładu Budownictwa Ogólnego, Instytut Inżynierii Budowlanej, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska – dalej stosowany skrót ZKD WIL PW) we współpracy z firmą Andrewex Construction Sp. z o.o.: Nowoczesne konstrukcje drewniane. 2023 – Kluczowe wyzwania drewna klejonego warstwowo i krzyżowo, Warszawa, Polska.

9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

Projekty krajowe będące w toku realizacji:

[1] Od 2022: "Numerical and experimental development of an innovative wood-based layered structure with a tensegrity core", SONATA-17, NCN, kierownik: dr inż. Jan Pełczyński. Funkcja: wykonawca (badania numeryczne i eksperymentalne elementów drewnianych, płyty tensegrity oraz płyty typu sandwich, upowszechnianie wyników badań).

Projekty europejskie będące w toku realizacji:

[2] Od 2019: POIR.04.01.01-00-0029/17 "Innovative solutions for the protection of people and buildings against vibrations from rail traffic", EU, European Regional Development Fund i PKP PLK S.A., kierownik w PW: prof. dr hab. inż. Artur Zbiciak. Funkcja: wykonawca (prowadzenie badań laboratoryjnych i numerycznych, opracowywanie wyników badań i ich upowszechnianie).

[3] Od 2019: POIR.04.01.01-00-0030/17 "Innovative solutions of people and the environment protection against rail traffic noise", EU, European Regional Development Fund i PKP PLK S.A., kierownik w PW: dr inż. Cezary Kraśkiewicz. Funkcja:

wykonawca (prowadzenie badań laboratoryjnych i numerycznych, opracowywanie wyników badań i ich upowszechnianie).

10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

-

11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

[1] 2023: wizyta studyjna w ramach programu Mobility PW (mobilność finansowana przez IDUB PW), Universität für Bodenkultur (BOKU), Wiedeń, Austria, 12-18.02.2023 (7 dni). Wizyta związana jest z prowadzoną od 2019 roku współpracą naukową pomiędzy ZKD WIL PW, kierowanym przez dr inż. Annę Al Sabouni-Zawadzka, a zespołem badawczym kierowanym przez prof. Benjamina Kromosera z BOKU, w zakresie modelowania i badania połączeń elementów z drewna klejonego warstwowo.

[2] 2019: wizyta studyjna na Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Wiedeń, Austria, 14-17.11.2019 (4 dni), związana z opisaną wyżej współpracą.

[3] 2018: wizyta studyjna na Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Entwurf, 7-10.03.2023 (4 dni), połączona z udziałem w warsztatach nt. projektowania konstrukcji z drewna klejonego oraz Doktorandenkolloquium Holzbau Forschung + Praxis 2018.

12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).

13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.

#### Recenzje prac w czasopismach naukowych:

[1] Materials & Design – 3 artykuły (2022, 2022, 2023).

[2] Mechanics Research Communications – 2 artykuły (2022, 2023).

[3] Buildings – 2 artykuły (2022, 2022).

[4] Archives of Civil Engineering – 4 artykuły (2018, 2020, 2020, 2021).

[5] Applied Sciences – 2 artykuły (2019, 2020).

[6] Archives of Civil and Mechanical Engineering – 1 artykuł (2019).

14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

[1] 2018: udział w projekcie „NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca”, współfinansowanym ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego finansowanego w ramach Osi III Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020:

1) „NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca”, Zadanie 28: Modyfikacja programów kształcenia w języku angielskim na kierunku Civil Engineering, kierownik w PW: dr inż. Zofia Kozyra.

2) „NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca”, Zadanie 29: Dostosowanie i realizacja programów kształcenia na Wydziale Inżynierii Lądowej w zakresie umiejętności praktycznych stosowania BIM w budownictwie, kierownik w PW: dr inż. Zofia Kozyra.

3) „NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca”, Zadanie 40: Podnoszenie kompetencji studentów Wydziału Inżynierii Lądowej, kierownik w PW: dr inż. Zofia Kozyra.

[2] 2018: udział w projekcie DIAGNOSIS, współfinansowanym ze środków Unii Europejskiej w ramach programu ERASMUS+, kierownik w PW: dr inż. Paweł Nowak.

15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.

Udział w projektach badawczych jako kierownik – projekty w toku realizacji:

[1] Od 2022: “Tensegrity metamaterials”, projekt finansowany przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport, Politechnika Warszawska.

Udział w projektach badawczych jako kierownik – projekty zrealizowane:

[2] 2022: “High Performance Tensegrity-Inspired Metamaterials and Structures”, projekt przyznany z konkursu IDUB Best Monograph, Politechnika Warszawska.

- [3] 2022: “Tensegrity meta-structures inspired with topology optimization”, projekt finansowany przez Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska.
- [4] 2020: “Continuum micropolar model of tensegrity-like frame structures”, projekt finansowany przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport, Politechnika Warszawska.
- [5] 2018-2019: “Tensegrity metamaterials in engineering structures”, projekt finansowany przez Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska.

Udział w projektach badawczych jako wykonawca – projekty zrealizowane:

- [6] 2021: “Study on control algorithms for deployable tensegrity structures”, projekt finansowany przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Politechnika Warszawska, kierownik: dr inż. Adam Zawadzki.
- [7] 2020-2021: “Ultra-lightweight tensegrity structures – applications in robotics”, projekt finansowany przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Politechnika Warszawska, kierownik: dr inż. Adam Zawadzki.

16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

-

### III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

1. Wykaz dorobku technologicznego.

-

2. Współpraca z sektorem gospodarczym.

[1] Współpraca z ramienia ZKD WIL PW z firmą Andrewex Construction Sp. z o.o. Współpraca obejmuje: prowadzenie corocznych szkoleń dla studentów Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej w siedzibie firmy Andrewex w Cierpicach, wspólne publikacje naukowe pracowników ZKD i Andrewex, aplikowanie o wspólne projekty badawcze, współorganizację wydarzeń naukowych.

3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.

-

4. Wykaz wdrożonych technologii.

[1] 2022: zgłoszenie patentowe: „Węzeł konstrukcyjny”, nr zgłoszenia: P.441401. Autorzy: dr inż. Anna Al Sabouni-Zawadzka i dr inż. Adam Zawadzki.

5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

[1] 2020: współautorstwo ekspertyzy „Weryfikacja poprawności projektu budowy Szkoły Podstawowej, ul. Podbórzeńska i Kredowa, Szczecin, w zakresie konstrukcji z drewna klejonego warstwowo”.

[2] 2019: współautorstwo opracowania pt. „Środowiskowe aspekty nowoczesnego budownictwa drewnianego”, wykonanego przez Krajową Agencję Poszanowania Energii S.A. na zlecenie Ministerstwa Środowiska.

[3] 2017: współautorstwo ekspertyzy „Obliczenia prefabrykowanej konstrukcji paneli ściennych budynków drewnianych o konstrukcji szkieletowej, wraz z wnioskami z obliczeń”, kierownik w PW: prof. dr hab. inż. Wojciech Gilewski.

[4] 2016: współautorstwo ekspertyzy „Opracowanie techniczne w postaci ekspertyzy stanu technicznego dźwigara drewnianego oraz połączeń z dźwigarami dochodzącymi w obiekcie Aquaparku w Siedlcach”, kierownik w PW: prof. dr hab. inż. Wojciech Gilewski.

[5] 2015: współautorstwo ekspertyzy „Ocena możliwości wykorzystania oprogramowania „SCIA – Engineer NEMETSCHECK” w procesie projektowania konstrukcji z profili cienkościennych”, kierownik w PW: prof. dr hab. inż. Wojciech Gilewski.

[6] 2011: opracowywanie polskiej i angielskiej dokumentacji Pomocy do geotechnicznego programu obliczeniowego, na zlecenie firmy Semago Kania-Markocka.

6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.

-

7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.

-



#### IV. DANE NAUKOMETRYCZNE

1. Impact Factor: 58.
2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań:  
Baza WoS: całkowita liczba cytowań – 87, liczba cytowań bez autocytowań – 62.  
Baza Scopus: całkowita liczba cytowań – 159, liczba cytowań bez autocytowań – 93.
3. Indeks Hirscha:  
Baza WoS: 6.  
Baza Scopus: 7.

*Informacje zawarte w pkt. IV powinny wskazywać również na bazę danych, na podstawie której zostały podane.*

*Przy wyborze tej bazy należy zwracać uwagę na specyfikę dziedziny i dyscypliny naukowej, w której kandydat ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.*

*Rada Doskonałości Naukowej informuje, że podawanie danych naukowych – w opinii Rady Doskonałości Naukowej – jest wskazane i zalecane, wynika to także ze stosowanej powszechnie praktyki przez samych kandydatów ubiegających się o awans naukowy. Należy jednak podkreślić, że podane we wnioskach o wszczęcie postępowania awansowego dane naukowe nie mogą stanowić kryterium oceny dorobku naukowego Kandydata dla podmiotów doktoryzujących, habilitujących oraz samej Rady Doskonałości Naukowej, organów prowadzących postępowania w sprawie nadania stopnia lub tytułu. Zadaniem tych organów jest przede wszystkim ocena ekspercka dorobku naukowego Kandydata ubiegającego się o awans naukowy, zaś decyzja o nadaniu stopnia lub tytułu nie powinna być uzależniona od podania tych danych.*

.....

(podpis wnioskodawcy)



# DYPLOM

WYDANY W RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

ODPIS

*mgr inż. Anna Al Sabouni-Zawadzka*

urodzona dnia *21 stycznia 1987 roku* we *Włocławku*

na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej „*Stadium możliwości zastosowania konstrukcji inteligentnych w budownictwie mostowym*”

oraz po złożeniu wymaganych egzaminów uzyskała stopień naukowy

## DOKTORA

w dziedzinie *nauk technicznych*

w dyscyplinie *budownictwo*

nadany uchwałą Rady *Wydziału Inżynierii Lądowej*

z dnia *23 listopada 2016 roku*

Promotor w przewodzie doktorskim:

*prof. dr hab. inż. Wojciech Silewski*

Recenzenci w przewodzie doktorskim:

*prof. dr hab. inż. Krzysztof Wilde*

*prof. dr hab. inż. Henryk Zobel*

Warszawa, dnia *8 lutego 2017 roku*

Nr *7994/2016*

DZIEKAN  
Wydziału Inżynierii Lądowej

*W. Gułowski* dr hab. inż. Andrzej Garbacz, prof. PW  
PROMOTOR DZIEKAN

REKTOR  
Politechniki Warszawskiej

*prof. dr hab. inż. Jan Szmidt*  
REKTOR



**APOSTILLE**  
(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Państwo / *Country*: **Rzeczpospolita Polska**  
Niniejszy dokument urzędowy / *This public document*
2. podpisany został przez  
*has been signed by* **Jan Szmidt**
3. działającego w charakterze  
*acting in the capacity of* **Rektor**
4. zaopatrzony jest w pieczęć/stempel  
*bears the seal/stamp of* **Politechnika Warszawska**

Poświadczony / *Certified*

5. w / *at* Warszawa
6. dnia / *the* **2022-03-17**
7. przez / *by* Narodowa Agencja Wymiany Akademickiej
8. Nr / *N°* **549/2022**
9. Pieczęć/stempel  
*Seal/stamp:*
10. Podpis:  
*Signature:*



Agencja Wymiany Akademickiej  
specjalista

*z up. Switela*

Agnieszka Switela