

Prof. Dr hab. inż. Renata Kotynia
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechnika Łódzka
Al. Politechniki 6
93-590 Łódź

dr hab. inż. Marcin Staniek, prof. PŚ

Łódź, 18.07.2024

**OPINIA DOTYCZĄCA DOROBKU NAUKOWEGO
PANI DR INŻ. AGNIESZKI JĘDRZEJEWSKIEJ
W POSTĘPOWANIU HABILITACYJNYM W DZIEDZINIE NAUK
INŻYNIERYJNO-TECHNICZNYCH W DYSCYPLINIE INŻYNIERIA LĄDOWA,
GEODEZJA I TRANSPORT**

1. FORMALNA PODSTAWA RECENZJI

Na podstawie art. 221 ust. 5 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.) oraz § 24 pkt 1 Statutu Politechniki Śląskiej (Monitor Prawny PŚ z 2020 r. poz. 339, z późn. zm.), w związku z § 4 ust. 1 i 2 Regulaminu w zakresie nadania stopnia doktora habilitowanego stanowiącego załącznik do uchwały nr 44/2023 Senatu Politechniki Śląskiej z dnia 25 września 2023 r. w sprawie wprowadzenia Regulaminu w zakresie nadania stopnia doktora habilitowanego (Monitor Prawny PŚ z 2023 r. poz. 1096), a także pisma Rady Doskonałości Naukowej znak DRKN.Z2.400.9.2024 z dnia 12 kwietnia 2024 r. w sprawie wyznaczenia części składu komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Agnieszki Jędrzejewskiej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, Rada Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej.

Podstawą opracowania niniejszej recenzji są:

- 1) Uchwała nr 33/2024 Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej z dnia 25 kwietnia 2024.
- 2) Umowa o dzieło UMC/1880/2024 na wykonanie recenzji (stopień doktora habilitowanego) do wniosku 1681/UMC/RB0-3/2024
- 3) Wniosek z dnia 26.01.2024 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego: *Stan graniczny zarysowania w ścianach żelbetowych poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych.*

2. OCENA DOROBKU HABILITANTKI

2.1. Ocena osiągnięć naukowych

06.2015 - Uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo, Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej, rozprawa doktorska pt.: „*Analysis of early-age thermal-shrinkage stresses in reinforced concrete walls*”.

Promotor: dr hab. inż. Barbara Klemczak, prof. PŚ

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga
dr hab. inż. Anna Halicka, prof. PL

2.2. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Obecne miejsce zatrudnienia:

od 01.10.2018 - Katedra Inżynierii Budowlanej, Wydział Budownictwa Politechnika Śląska

09.2015-09.2018 - Katedra Inżynierii Budowlanej, WBPŚl, Asystent

02.2015-04.2015 - LMT – Laboratory of Mechanics and Technology École normale supérieure de Cachan, Francja; Visiting Researcher

09.2014-11.2014 – LMT - PhD student

3. OSIĄGNIĘCIE GŁÓWNE

3.1. Osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego

Monografia naukowa:

Jędrzejewska A.: „*Stan graniczny zarysowania w ścianach żelbetowych poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych*”. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2023

Recenzenci wydawniczy:

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga, dr h.c. multi

Prof. dr hab. inż. Krystyna Nagrodzka-Godycka

3.2. Omówienie celu naukowego pracy i osiągniętych wyników

Projektowanie konstrukcji żelbetowych z uwagi na stan graniczny zarysowania wymaga od projektanta zapewnienia, że wyznaczona dla określonej kombinacji obciążeń szerokość rysy nie przekroczy wartości dopuszczalnej. Dopuszczalna szerokość rysy wynika przede wszystkim z wymagań trwałości konstrukcji i określona jest na podstawie jej klasy ekspozycji. Można również wymienić szereg elementów konstrukcyjnych, w których ograniczenie szerokości rysy wynika z wymagań szczelności. Najistotniejszym problemem jest obecność rys w przyczółkach mostów, ścianach zbiorników, ścianach tuneli, ścianach oporowych. Najistotniejszym w skutkach problemem jest utrata szczelności elementów konstrukcyjnych w obiektach ochrony radiologicznej, takich jak ściany obudów reaktorów atomowych czy bunkrów chroniących przed promieniowaniem jonizującym. Ponadto odnośnie wymagań szczelności, wymienione wyżej konstrukcje łączy także mechanizm powstania i rozwoju zarysowania. Proces ten został szczegółowo opisany w rozprawie doktorskiej, dla której ściany żelbetowe, podobnie jak wszystkie elementy wykonane z betonu, poddane są oddziaływaniu odkształceń wymuszonych o różnej genezie. W fazie dojrzewania betonu za powstawanie odkształceń wymuszonych odpowiedzialny jest proces hydratacji cementu, który powoduje wzrost temperatury na skutek wydzielanego w tym procesie ciepła, wraz z jednoczesnym chłodzeniem elementu do temperatury otoczenia, a także skurcz – przede wszystkim skurcz autogeniczny. Ponadto ważnym źródłem odkształceń wymuszonych jest również skurcz od wysychania, który rozwija się w chwili zakończenia pielęgnacji betonu i postępuje w trakcie eksploatacji konstrukcji.

W przypadku omawianych ścian żelbetowych występują połączenia zewnętrzne w postaci sąsiadujących elementów fundamentu, a w przypadku ścian o większej masywności (grubości) dodatkowo także więzy wewnętrzne. Ograniczenie swobody odkształceń powoduje więc powstawanie naprężeń, które w przypadku odkształceń skurczowych mają charakter naprężeń rozciągających, które mogą doprowadzić do zarysowania konstrukcji.

Podsumowując rzeczywiste przypadki zarysowania ścian żelbetowych na skutek ograniczenia swobody odkształceń wymuszonych Habilitantka określiła następujące czynniki mające wpływ na zarysowanie elementów:

- Masywność elementu, a właściwie skorygowana miara masywności, która oprócz masywności geometrycznej uwzględnia także skład mieszanki betonowej oraz warunki technologiczne i środowiskowe;

- Stopień skrępowania wynikający z geometrii ściany i schematu podparcia, a także zmiana stopnia skrępowania w czasie;
- Zastosowane zbrojenie, w tym wpływ jego średnicy, stopnia zbrojenia i jego rozmieszczenia.

W monografii Habilitantka wykazała, że model proponowany w drafcie FprEN 1992-1-1, który ostatecznie został wykorzystany w nowej wersji normy EN 1992-1-1:2023, nie sprawdza się przy obliczaniu spodziewanych szerokości rys w przypadku konstrukcji poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych, których charakterystyki odbiegają od typowych.

Model ten przewiduje najmniejsze wśród wszystkich analizowanych podejść spodziewane szerokości rys, dzięki czemu wpływa to na bardziej ekonomiczne od obecnej wersji EN 1992-1-1, ale tym samym prowadzi do jeszcze większego niedoszacowania szerokości rozwarcia rys. Stosowanie modelu EN 1992-1-1:2023 przy obliczaniu konstrukcji specjalnych może więc prowadzić do niespełnienia stanu granicznego zarysowania.

Korzystając z możliwości, jaką daje opracowanie Załącznika Krajowego, Habilitantka zaangażowała się w prace nad polską wersją tego załącznika. Uzyskane wyniki i wnioski mogą pozwolić na uogólnienie modelu do projektowania konstrukcji z uwagi na stan graniczny zarysowania, uwzględniając konstrukcje specjalne. Do tej pory prace Autorki były wykorzystane przy opracowaniu Załącznika D normy EN 1992-1-1:2023, co przytoczone zostało w Background Document do draftu prEN 1992-1-1 tej normy. Uzyskane przez Autorkę wyniki są istotne z punktu widzenia rozumienia procesu zarysowania konstrukcji żelbetowych poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych, natomiast stosowanie zaleceń dla tego typu konstrukcji w obowiązującej normie do projektowania konstrukcji żelbetowych miałyby niebagatelny wymiar praktyczny. Jest to szczególnie ważne w dyscyplinie z dziedziny nauk technicznych jaką jest inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Ostatnim elementem mającym wpływ na pełzanie jest szerokość rys. Oddziaływania wywołane przed odkształcenia wymuszone mają odmienny charakter od tych wywołanych przez obciążenia mechaniczne. Z uwagi na ich czas wystąpienia, wielkość i czas trwania, zjawisko pełzania jest inne, niż w przypadku obciążeń mechanicznych. Nie można więc pozwolić w tym zakresie na bezkrytyczne kopiowanie założeń modeli ogólnych do obliczania szerokości rys.

W pierwszej kolejności Habilitantka szczegółowo omówiła funkcjonujące na świecie metody projektowania konstrukcji żelbetowych z ograniczoną swobodą odkształceń z uwagi na stan graniczny zarysowania, skupiając się na metodach opracowanych do celów projektowych, a więc metodach normach i wytycznych do projektowania, wykorzystywanych praktycznie do projektowania przedmiotowych konstrukcji, w tym:

- brytyjskie wytyczne CIRIA C766, będące uzupełnieniem normy EN 1992-3;
- australijską normę AS 3600 oraz wytyczne CIA Z7/06;
- normy i zalecenia niemieckie i austriackie, w tym przede wszystkim Załączniki Krajowe DIN i ÖNORM do EN 1992-1-1;
- niderlandzki Załącznik Krajowy NEN do EN 1992-1-1 i raport CROW-CUR;
- normy i zalecenia japońskie, w tym przede wszystkim zalecenia AIJ-SRC;
- amerykańskie raporty ACI 207.2 i 224.

Podobnie wspomniane wcześniej zalecenia AIJ-SRC oraz CIA Z7/06 bazują na założeniu, że przy wysokim stopniu zbrojenia zapewnione będzie powstanie licznych rys, których szerokości dzięki temu będą ograniczone i nie będą stanowiły problemu z punktu widzenia trwałości konstrukcji.

Istnieje kilka teorii definiujących długość odcinka niekompatybilności odkształceń w sąsiedztwie rysy. Teorie te można podzielić na teorie zakładające utratę przyczepności w sąsiedztwie rysy, gdzie naprężenia przyczepności zmieniają się na długości odcinka niekompatybilności odkształceń (*ang. bond-slip theory*) oraz teorie zakładające idealną przyczepność między stalą a betonem, gdzie naprężenia przyczepności zmieniają się liniowo na grubości otuliny (*ang. no-slip theory*).

Funkcjonują także modele będące połączeniem obu teorii – model taki zaimplementowany jest m.in. w Eurokodzie 2 oraz Model Code 2010.

Podsumowując w ocenie Habilitantki kwestią fundamentalną przy wznoszeniu konstrukcji żelbetowych jest współpraca projektant–technolog–wykonawca. Szczególnie istotny jest przypadek konstrukcji specjalnych, odbiegających swoją charakterystyką od założeń metod projektowych.

Projektowanie tych konstrukcji nie może opierać się tylko na założonej klasie betonu, ale już na etapie projektowania musi uwzględniać dokładny skład mieszanki betonowej, w tym ilość i rodzaj cementu oraz kruszywa, co ma bezpośredni wpływ na wartość spodziewanych odkształceń termicznych i skurczu. Dodatkowo, konieczne jest określenie właściwości mechanicznych zastosowanego betonu oraz ich zmiany w czasie, co dotyczy przede wszystkim wytrzymałości na rozciąganie i modułu sprężystości, a nie wytrzymałości na ściskanie, ponieważ wzajemne zależności pomiędzy nimi niekoniecznie muszą odpowiadać tym sugerowanym w wytycznych do projektowania.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na wartość tych odkształceń są warunki technologiczne podczas wznoszenia i pielęgnacji konstrukcji. Przyjęte w projekcie warunki powinny być możliwe do realizacji w warunkach rzeczywistych, ujęte w specyfikacji oraz bezwzględnie przestrzegane przez wykonawcę. Za zarysowanie konstrukcji żelbetowych poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych odpowiadać będą warunki środowiskowe, które są niezwykle trudne do kontrolowania.

3.3. Wkład w rozwój dyscypliny

Habilitantka szeroko upowszechniła aktualności zagadnienia projektowania konstrukcji żelbetowych z uwagi na stan graniczny zarysowania, o czym świadczy opracowanie nowego modelu do obliczania szerokości rys na potrzeby tworzonych właśnie kluczowych norm projektowych: Eurokod 2 i Model Code 2020. W chwili pisania tego tekstu norma EN 1992-1-1 została wydana w nowej wersji (EN 1992-1-1:2023, wyd. listopad 2023), podczas gdy norma modelowa Model Code 2020 jest jeszcze na etapie opracowania.

W monografii Habilitantka, uzasadniła, że model proponowany w draftcie FprEN 1992-1-1, który został ostatecznie zaimplementowany w nowej wersji normy EN 1992-1-1:2023, nie sprawdza się przy obliczaniu spodziewanych szerokości rys w przypadku konstrukcji poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych, których charakterystyki odbiegają od typowych, na bazie których skalibrowano model. Model ten przewiduje najmniejsze wśród wszystkich analizowanych podejść spodziewane szerokości rys, dzięki czemu daje rozwiązania bardziej ekonomiczne od chociażby obecnej wersji EN 1992-1-1, ale tym samym w konstrukcjach specjalnych prowadzi do jeszcze większego niedoszacowania tych szerokości. Stosowanie modelu EN 1992-1-1:2023 przy obliczaniu konstrukcji specjalnych może więc prowadzić do niespełnienia stanu granicznego zarysowania.

Korzystając z możliwości, jaką daje opracowanie Załącznika Krajowego Habilitantka zaangażowała się w prace nad polską wersją tego załącznika, a uzyskane wyniki i wnioski mogą pozwolić na uogólnienie modelu do projektowania konstrukcji z uwagi na stan graniczny zarysowania, uwzględniając konstrukcje specjalne. Do tej pory prace Habilitantki zostały wykorzystane przy opracowaniu Załącznika D normy EN 1992-1-1:2023, co przytoczone zostało w Background Document do draftu prEN 1992-1-1 tej normy. Uzyskane przez Kandydatkę wyniki są istotne z punktu widzenia procesu zarysowania konstrukcji żelbetowych poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych co ma niebagatelny wpływ na rozwój dyscypliny.

4. OSIĄGNIĘCIE DODATKOWE

4.1. Zastosowanie pianobetonu w sandwiczowych płytach fundamentowych w energooszczędnym budownictwie mieszkalnym

4.2. Osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego:

[1] Hulimka J.; Krzywoń R.; Knoppik-Wróbel A.: Use of the foamed concrete in the structure of passive house foundation slab. Analytical models and new concepts in concrete and masonry structures; Proc. of AMCM'2011 7th International conference; Red.: A. Winnicki, S. Seręga, str. 221-222, Kraków, 2011.

[2] Hulimka J.; Knoppik-Wróbel A.; Krzywoń R.; Rudisin R.: Possibilities of the structural use of foamed concrete on the example of slab foundation. Concrete structures in urban areas; The 9th Central European Congress on Concrete Engineering. CCC 2013. Wrocław, 2013

[3] Hulimka J.; Krzywoń R.; Jędrzejewska A.: Laboratory tests of foam concrete slabs reinforced with composite grid. Procedia Engineering: International Conference on Analytical Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures, s. 337-344, 2017

4.3. Wkład habilitantki

1. *Merytoryczny*: jakościowa i ilościowa ocena możliwości zastosowaniach różnych pianobetonów w rozwiązaniach konstrukcyjnych.
2. Analiza statyczno–wytrzymałościowa rozwiązania projektowego wraz z optymalizacją dla typowych zakresów obciążeń oraz warunków gruntowo–wodnych.
3. *Procentowy 40%*: Eksperymentalna analiza możliwości zbrojenia płyt pianobetonowych.

4.4. Omówienie celu naukowego pracy i osiągniętych wyników

Pianobeton jest rodzajem lekkiego betonu, który wytwarza się z połączenia wody, spoiwa, kruszywa drobnego, domieszek i piany technologicznej, która zapewnia wysoki stopień porowatości. Jego najistotniejszymi zaletami są niewielka gęstość oraz doskonałe właściwości izolacyjne, zarówno termiczne jak i akustyczne, stąd też materiał ten znalazł zastosowanie jako materiał niekonstrukcyjny w elementach ściennych i stropowych w budownictwie kubaturowym. Pianobeton cechuje się także zdolnościami samopoziomującymi i samozagęszczalnymi, ma bardzo dobrą urabialność, dzięki czemu stosowany jest do wypełnień pustek, przy budowie instalacji zagłębionych w gruncie.

Wzrost wytrzymałości wraz ze wzrostem gęstości pianobetonu skłonił zespół, w skład którego wchodziła Habilitantka, do rozpoczęcia prac na zastosowaniem pianobetonu w elementach konstrukcyjnych. Z uwagi na graniczne wytrzymałości oczywistym było, że zastosowania te ograniczać się będą do elementów poddanych oddziaływaniu stosunkowo niewielkich obciążeń – takich, jakie typowo występują w budownictwie mieszkalnym. Efektem tych prac było opracowanie rozwiązania płytkiego posadowienia budynku mieszkalnego w postaci sandwichowej płyty pianobetonowo–żelbetowej, do zastosowań w budownictwie energooszczędnym i pasywnym. Udział Habilitantki dotyczył części konstrukcyjnej czyli optymalizacji statyczno–wytrzymałościowej rozwiązań płyt dla różnych warunków gruntowo–wodnych oraz obciążeń. Habilitantka opracowała rozwiązania wariantów tych płyt dla typowych warunków, jak również dedykowane rozwiązania indywidualne.

W ogólności, rozwiązanie przedmiotowej płyty fundamentowej można zdefiniować jako płytę warstwową na podbudowie z pianobetonu, na której znajduje się ruszt fundamentowy żelbetowy wypełniony styropianem. Istotną różnicą w stosunku do dotychczasowych rozwiązań jest skupienie obciążenia na małej powierzchni ławy.

4.5. Wkład w rozwój dyscypliny

Wykazane przez Kandydatkę wysokie osiągnięcia szeroko opisane w cyklu publikacji sandwichowe płyty fundamentowe pianobetonowo–żelbetowe bardzo wysoko plasują Kandydatkę i świadczą o jej dużych osiągnięciach o charakterze aplikacyjnym. Zaproponowane rozwiązania obejmują technologię oraz metodę projektowania wraz z zaleceniami w zakresie stosowalności w różnych warunkach konstrukcyjnych. Opracowanie tego typu rozwiązań wymagało systematycznego naukowego podejścia, zaczynając od projektu mieszanek pianobetonowych, poprzez optymalizację ich właściwości mechanicznych i termofizycznych, po analizę statyczno–wytrzymałościową. Największy wpływ na rozwój dyscypliny wskazuje fakt, że rozwiązanie to znalazło zastosowanie praktyczne – płyty sandwichowe zastosowano w realizacji kilkunastu energooszczędnych budynków mieszkalnych jedno i wielorodzinnych w Polsce, w tym zarówno wykonanych w tradycyjnej technologii murowanej, jak szkieletowych domach drewnianych.

5. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ REALIZOWANEJ ZAGRANICZNYCH UCZELNIACH I INSTYTUCJACH NAUKOWYCH

5.1. Aktywność naukowa przed uzyskaniem stopnia doktora

5.1.1. Sircontec s.r.o/Uniwersytet w Koszycach/Uniwersytet w Żylinie, Słowacja

Działalność naukowa Pani dr inż. Agnieszki Knoppik-Wróbel rozpoczęła się w trakcie studiów II stopnia, kiedy to wraz z prof. dr hab. inż. Jackiem Hulimką i dr inż. Rafałem Krzywoniem w roku 2010 podjęła współpracę ze słowacką firmą produkującą pianobeton **Sircontec s.r.o. z siedzibą w Novej Dubnicy**, reprezentowaną przez inż. Waltera Scherfela. Prowadzone przez nią badania dotyczyły możliwości zastosowania pianobetonów do budowy fundamentów w energooszczędnym budownictwie mieszkalnym. Badania te przeprowadzono we współpracy z Uniwersytetem w Koszycach, Słowacji i Uniwersytetem w Żylinie.

5.1.2. Politechnika Krakowska

Równolegle, w roku 2011 Habilitantka została główną wykonawczynią projektu badawczego kierowanego przez prof. dr hab. inż. Barbarę Klemczak, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, pn. „*Numeryczna ocena ryzyka zarysowania i metod jego ograniczania w konstrukcjach masywnych i średniomasywnych*”. Prowadzone w ramach tego grantu prace badawcze stały się podstawą rozprawy doktorskiej Habilitantki pt. „*Analysis of early-age thermal–shrinkage stresses in reinforced concrete walls*”, którą obroniła z wyróżnieniem w 2015 roku. W trakcie realizacji tych badań kluczowa była współpraca, którą nawiązała z prof. dr hab. inż. Kazimierzem Flagą z Politechniki Krakowskiej. W efekcie tej współpracy powstał model analityczny do oceny ryzyka zarysowania ścian żelbetowych utwierdzonych wzdłuż podstawy na skutek odkształceń wymuszonych termiczno–skurczowych.

5.1.3. Uniwersytet Techniczny w Luleå, Szwecja

Badania prowadzone przez Kandydatkę w ramach rozprawy doktorskiej skupiały się na ocenie ryzyka zarysowania elementów żelbetowych z więzami zewnętrznymi, takimi jak ściany żelbetowe, na skutek oddziaływania wczesnych odkształceń termiczno–skurczowych. W szczególności Habilitantka skupiła się na analizie i adaptacji metody rozwijanej na **Uniwersytecie Technicznym w Luleå (LTU) w Szwecji**. Efektem współpracy z A. Hösthagenem była analiza przyczyn zarysowania tunelu kolejowego wzniesionego w Sztokholmie z wykorzystaniem oryginalnego oprogramowania do symulacji na podstawie danych pomiarowych in-situ zgromadzonych przez A. Hösthagena.

5.1.4. EMPA, Szwajcaria

Działalność naukowa Habilitantki zdobyła uznanie w międzynarodowym środowisku naukowym, gdzie w roku 2013 na zaproszenie prof. dr Pietro Lury wizytowała w laboratorium Cement & Concrete Lab w EMPA w Dübendorf w Szwajcarii, gdzie brała udział w EMPA PhD Students' Symposium.

5.1.5. LMT/ENS-Cachan (obecnie: Uniwersytet Paris–Saclay), Francja

Na zaproszenie prof. Farida Benboudjema wizytowała w Laboratorium Mechaniczno–Technologicznym przy ENS-Cachan we Francji, gdzie prezentowała badania zespołu na warsztatach organizowanych w ramach Projektu Vinci.

W bezpośrednim efekcie współpracy nawiązanej z prof. dr Faridem Benboudjema odbyła dwa 3-miesięczne staże w LMT/ENS-Cachan we Francji w 2014 i 2015 roku. Pierwszy pobyt stażowy był bezpośrednio związany z przygotowanią przez Kandydatkę rozprawą doktorską. Wraz z prof. Benboudjema pracowała nad udoskonaleniem wykorzystywanego modelu do symulacji ścian żelbetowych, a także przeprowadziła jego walidację na bazie danych pomiarowych in-situ modelu ściany obudowy reaktora atomowego wykonanego na potrzeby budowy elektrowni jądrowej w Civaux we Francji, w którym to projekcie prof. Benboudjema brał udział.

W kolejnym roku odbyła staż w tej jednostce w ramach kontraktu przemysłowego z firmą AREVA. Była również członkiem zespołu kierowanego przez prof. Benboudjema, którego zadaniem była ocena efektywności zaproponowanego przez firmę AREVA rozwiązania do składowania odpadów radioaktywnych z elektrowni jądrowych obsługiwanych przez firmę AREVA.

Dzięki rekomendacji prof. Benboudjema jesienią 2014 roku Habilitantka dołączyłam do Komitetu Technicznego RILEM 254-CMS „*Thermal cracking of massive concrete structures*” kierowanego przez prof. Eduardo Fairbairn z Federal University of Rio de Janeiro (Brazylia).

Była również organizatorem warsztatów tego Komitetu, które odbyły się w marcu 2015 roku w Cachan (Francja). W 2015 została członkiem Akcji COST TU1404 „Towards the next generation of standards for service life of cement-based materials and structures”, kierowanego przez dr inż. Miguela Azenha z University of Minho (Portugalia), gdzie kontynuowała swoją działalność naukową po uzyskaniu stopnia doktora w czerwcu 2015.

5.2. Aktywność naukowa po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu w roku 2015 stopnia doktora nauk technicznych, a następnie zatrudnieniu w Katedrze Inżynierii Budowlanej Politechniki Śląskiej na stanowisku asystenta (2015), później adiunkta (2018) swoją działalność naukową Habilitantka skoncentrowała na budowaniu międzynarodowej sieci naukowej, której celem była współpraca najlepszych specjalistów w tematyce prowadzonych przez Kandydatkę badań konstrukcji żelbetowych pod wpływem odkształceń wymuszonych.

5.2.1. CEA i INSTN, Saclay, Francja

Po doktoracie Pani dr. inż. Agnieszka Jędrzejewska zajęła się problemem zarysowania konstrukcji żelbetowych w fazie wznoszenia, które dotyczyło głównie budownictwa przemysłowego i infrastrukturalnego, w szczególności w kontekście obiektów o najwyższych wymaganiach szczelności jakimi są obiekty ochrony radiologicznej. Podczas studiów doktoranckich nawiązała współpracę z przedstawicielem firmy Griffin Energy Ltd. z Jemenu, dla której wykonała opinię techniczną przyczyn powstania zarysowania w budynku bunkra zawierającego aparat rentgenowski do prześwietlania samochodów ciężarowych wjeżdżających na teren terminalu LNG w Jemenie.

Zainteresowanie problemem ryzyka utraty szczelności w obudowach reaktorów jądrowych wynikało z planów wprowadzenia energii jądrowej do polskiego miksu energetycznego, a co za tym idzie budowy w Polsce pierwszej elektrowni jądrowej. Problem ten Habilitantka jasno przedstawiła podczas konferencji Awarie Budowlane już w 2013 roku.

Wiedza i kompetencje zdobyte dzięki tym działaniom pozwoliły Kandydatce zakwalifikować się do prestiżowego programu stażowo-szkoleniowego w zakresie energetyki jądrowej realizowanego przez ówczesne Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, w ramach którego w 2015 wyjechała do Francji na 2-miesięczny staż organizowany przez Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA) i National Institute for Nuclear Science and Technology (INSTN) w Saclay (Francja).

5.2.2. COST Action TU 1404

W latach 2015-2018 Pani dr. inż. Agnieszka Jędrzejewska był członkiem Akcji COST TU1404, której celem była wymiana wiedzy profesjonalistów z różnych sektorów i różnych specjalności w kontekście opracowania nowych wytycznych, produktów i technologii istotnych z punktu widzenia trwałości konstrukcji betonowych. Od momentu przyjęcia do projektu, z regularnego członka poprzez koordynatora zadania GP.2e „Benchmarking” w ramach 2. Grupy roboczej, została Koordynatorem tej grupy i jednocześnie członkiem Core Group.

W akcję zaangażowanych było 303 członków z 34 krajów: naukowców specjalizujących się w badaniach eksperymentalnych i modelowaniu konstrukcji betonowych, członków komitetów standaryzacyjnych, projektantów, wytwórców materiałów i wykonawców konstrukcji, zrzeszonych w trzech grupach roboczych. Również w tym etapie Habilitantka koordynowała współpracę między członkami WG2 oraz koordynatorami projektu Vercors.

W ramach uczestnictwa w Akcji COST TU1404 była zaangażowana w organizację 3 konferencji naukowych pod auspicjami RILEM (MSSCE 2016 w Danii w 2016r; EAC-02 w Belgii w 2017 r. i SynerCrete'18 w Portugalii w 2018 r). Ponadto Habilitantka była przewodniczącą Komitetu Naukowego konferencji SynerCrete'18 oraz przewodniczącą drugiej edycji konferencji RILEM, w czerwcu 2023 na wyspie Milos w Grecji. W roku 2027 we Francji odbędzie się trzecia edycja cyklu pod auspicjami Habilitantki.

5.2.3. RILEM, Francja

Od roku 2014 Habilitantka aktywnie działała w organizacji RILEM, gdzie w latach 2014-2019 była członkiem Komitetu Technicznego 254-CMS „*Thermal cracking of massive concrete structures*”, a od roku 2019 Komitetu Technicznego 287-CCS „*Early-age and long-term cracking of reinforced concrete structures*”. Celem obu komitetów była współpraca i transfer wiedzy między sektorami przemysł-akademia, dlatego też w ich skład wchodził zarówno naukowcy, jak i praktykujący inżynierowie.

Największym osiągnięciem tego komitetu było opracowanie i wydanie w 2019 roku nakładem wydawnictwa Springer monografii pt. „*Thermal Cracking of Massive Concrete Structures – State of the Art Report of RILEM TC 254-CMS*”, w którym Habilitantka była współautorem 7 z 10 rozdziałów tej monografii, w tym Autorem głównym rozdziału dotyczącego ryzyka zarysowania w ujęciu normowym. Powstanie niniejszej monografii było możliwe dzięki szeroko zakrojonej i doskonale skoordynowanej współpracy międzynarodowej, w tym wykorzystania wsparcia mobilności oferowanego przez Akcję COST TU1404, w której uczestniczyło wielu członków Komitetu.

Prace TC 287-CCS skupiły się na problemie zarysowania konstrukcji żelbetowych na skutek ograniczenia swobody odkształceń wymuszonych. Głównym osiągnięciem tego komitetu ma być opracowanie i wydanie również nakładem wydawnictwa Springer monografii dotyczącej problemu zarysowania konstrukcji żelbetowych. Publikacja książki planowana jest w roku 2025.

W ramach TC 287-CCS zorganizowany został również cykl konferencji CRC: CRC2021 w Paryżu w 2021r., gdzie Habilitantka była członkiem Komitetu Naukowego oraz zaplanowana na rok 2025 w Polsce edycja CRC2025, której Habilitantka będzie lokalnym organizatorem.

5.2.4. Uniwersytet Techniczny w Grazu, Austria

Dzięki uczestnictwu w Akcji COST TU 1404 oraz działalności w RILEM w roku 2015 Pani dr inż. A. Jędrzejewska nawiązała współpracę naukową z prof. dr hab. inż. Dirkiem Schlicke z Instytutu Konstrukcji Betonowych Uniwersytetu Technicznego w Grazu (Austria), który jest obecnie Kierownikiem tego Instytutu. Zespół Instytutu, najpierw pod kierownictwem prof. Nguyena Vieta Tue, a obecnie prof. Schlicke, od kilku dekad aktywnie i z sukcesem zajmował się problemem zarysowania konstrukcji żelbetowych na skutek ograniczenia swobody odkształceń wymuszonych.

W 2016 roku Habilitantka odbyła pierwszy, 2-tygodniowy staż w Instytucie Konstrukcji Betonowych w Grazu, w czasie którego rozpoczęła wspólne badania nad procesem rozwoju makrorys w ścianach żelbetowych w fazie dojrzewania betonu. Udało jej się dokonać analogicznych obserwacji przy wykorzystaniu obu metod, co było motywacją do podjęcia dalszej, długoterminowej współpracy nad tym zagadnieniem. Pod kierownictwem prof. Schlicke w Laboratorium Konstrukcji Betonowych w Grazu zostało także stworzone autorskie stanowisko badawcze do analizy zachowania elementów żelbetowych na skutek ograniczenia swobody odkształceń wymuszonych.

5.2.5. Politechnika Krakowska

Równocześnie, w roku 2018 Habilitantka podjęła współpracę z dr hab. inż. Mariuszem Zychem, prof. PK, również w tematyce zarysowania konstrukcji żelbetowych z ograniczoną swobodą odkształceń. Współpraca ta początkowo związana była ze wspólną pracą w ramach Komitetu Technicznego RILEM 254-CMS, a później 287-CCS, czego efektem były wymienione wcześniej osiągnięcia. W roku 2021 oboje zaangażowali się wspólnie w prace nad nową wersją Eurokodu 2, głównie konsultacji draftu normy, a także projektu polskiego Załącznika Krajowego, w zakresie

projektowania konstrukcji żelbetowych z uwagi na stan graniczny zarysowania spowodowany oddziaływaniem odkształceń wymuszonych.

5.2.6. NTNU, Norwegia

Habilitantka nawiązała również bliską współpracę z prof. Terje Kanstadem i jego zespołem na NTNU w Trondheim, Norwegia. Prof. Kanstad gdzie była członkiem CEN zaangażowany w prace nad draftem normy prEN 1992-1-1, w tym w szczególności Załącznika D do tej normy. W tym celu odbyła wyjazd stażowy do NTNU, gdzie wspólnie z zespołem zorganizowała warsztaty dotyczące zagadnienia projektowania konstrukcji specjalnych z uwagi na stan granicznych zarysowania.

5.3. Podsumowanie

Zaangażowanie w działalność naukową w zakresie problemu zarysowania konstrukcji żelbetowych poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych przyniosły Habilitantce rozpoznawalność na arenie międzynarodowej. Najlepszym dowodem na istotny wpływ jej osiągnięć w tej tematyce na stan światowej wiedzy jest różnorodność współautorów prac oraz wskaźniki naukometryczne. Indeks Hirscha prac Habilitantki wynosi **9 wg bazy Web of Science** oraz **10 wg bazy Scopus**, co można uznać za bardzo wysoki wynik w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

6. OSIĄGNIĘCIA DYDAKTYCZNE, ORGANIZACYJNE I POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ

6.1. Osiągnięcia w okresie przed uzyskaniem stopnia doktora

6.1.1. Osiągnięcia dydaktyczne

W latach 2011/2012, 2012/2013 oraz 2013/2014 Habilitantka prowadziła zajęcia dydaktyczne na kierunku budownictwo oraz budownictwo w j. angielskim na studiach I stopnia stacjonarnych i niestacjonarnych. Prowadziła zajęcia projektowe z 11 przedmiotów kierunkowych, w tym 5 także w j. angielskim, w ramach następujących kursów: Konstrukcje betonowe, Konstrukcje drewniane, Konstrukcje zespolone, Zabezpieczenia budynków na terenach górniczych, Rysunek techniczny CAD.

6.1.2. Osiągnięcia organizacyjne

W czasie studiów doktoranckich Habilitantka była członkiem Uczelnianej Rady Samorządu Doktorantów i Komisji Uczelnianych w kadencji 2013/2014.

6.1.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę

W latach 2008-2009 Habilitantka była zaangażowana w projekt „Spotkanie z zabytkiem” będący efektem współpracy Wydziałów Budownictwa i Architektury Politechniki Śląskiej. Brała też udział w analizach stanu technicznego i przyczyn uszkodzenia dawnej Fabryki Drutu w Gliwicach. W roku 2011 wraz ze współautorami nakładem wydawnictwa Verlag Dashofer wydała poradnik do projektowania konstrukcji żelbetowych wg normy Eurokod 2. W roku 2014 dołączyła do redakcji czasopisma Architecture Civil Engineering Environment wydawanego przez Politechnikę Śląską, gdzie pełniła funkcję Sekretarza działu Civil Engineering.

6.2. Osiągnięcia po uzyskaniu stopnia doktora

6.2.1. Osiągnięcia dydaktyczne

Od roku akademickiego 2015/2016 Habilitantka prowadziła zajęcia dydaktyczne na kierunku budownictwo oraz budownictwo w j. angielskim na studiach I i II stopnia stacjonarnych i niestacjonarnych. Na studiach I stopnia prowadziła 9 przedmiotów kierunkowych, w tym 4 także w j. angielskim, w ramach kursów: Konstrukcje betonowe, Konstrukcje murowe, Konstrukcje zespolone, Modelowanie komputerowe, Zabezpieczenia budynków na terenach górniczych, Rys. techniczny CAD.

Od roku 2017/2018 była koordynatorem przedmiotu Konstrukcje betonowe na sem. 4 na studiach niestacjonarnych st. I. W roku 2020/2021 wraz z prowadzącym prof. Leszkiem Szojłą oraz dr inż. Anetą

Smolana opracowała program nowego przedmiotu *Urban, Industrial and Transportation Structures*, w ramach którego prowadziła wykłady na sem. 4-ang.

Habilitantka jest promotorem **9 obronionych prac inżynierskich, 2 obronionych oraz 2 w toku prac magisterskich**. Była także członkiem Komisji Dyplomowych na studiach I i II stopnia.

W 2017 roku była organizatorem, koordynatorem, a także wykładownicą szkolenia zrealizowanego na Politechnice Śląskiej w ramach Akcji COST TU1404 pn. „*Training school on modeling of cement-based materials and structures*”. W kursie uczestniczyło 28 osób, z czego 26 uczestników zagranicznych. W kolejnym roku wzięła udział w szkole letniej CEEPUS, gdzie wygłosiła wykład w ramach panelu „Civil Engineering” dotyczącego możliwości finansowania działań mobilnościowych i budowania sieci naukowych.

W 2021 roku na zaproszenie prof. Johna Fortha, Dyrektora Centrum Doskonałości im. Neville’a Habilitantka wygłosiła wykład dotyczący modelowania procesu zarysowania konstrukcji żelbetonowych w ramach kursu pn. „*Multi-scale cracking of concrete materials*” organizowanego przez Centrum we współpracy z organizacją RILEM.

6.2.2. Osiągnięcia organizacyjne

W 2018 Habilitantka była dodatkowo zatrudniona na Politechnice Śląskiej na stanowisku starszy referent administracyjny w Biurze Rozwoju, gdzie odpowiadała za sporządzenie raportów na potrzeby GUS (sprawozdania PNT-01s, PNT-05, MN-01). W tym zakresie kierowała zespołem przedstawicieli administracji wszystkich jednostek podstawowych Uczelni oraz administracji centralnej.

6.2.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowała działalność w redakcji czasopisma *Architecture Civil Engineering Environment* na stanowisku Sectional Editor działu Civil Engineering. Dzięki realizacji strategii redakcji pod kierownictwem prof. Barbary Klemczak czasopismo zostało wpisane do bazy Web of Science Core Collection – Emerging Sources Citation Index (2015), a następnie Journal Citation Reports (2021). W roku 2022 Habilitantka została wybrana na Managing Editor czasopisma i wraz z Redaktorem Naczelnym dr inż. Szymonem Dawczyńskim.

Habilitantka była członkiem Komitetów Organizacyjnych i Naukowych konferencji międzynarodowych oraz redaktorem wydań specjalnych czasopisma: *Advanced Concrete Technology*. Obecnie jest też członkiem Komitetu Organizacyjnego oraz wykładownicą warsztatów „*Service-life design of reinforced concrete structures – State-of-art researches and practical design in Europe and Japan*”, które odbędą się w marcu w Tokio Institute of Technology.

Habilitantka jest również aktywnie zaangażowana w proces recenzowania artykułów: wykonała recenzje ponad 50 artykułów zgłoszonych do czasopism z listy JCR oraz kilkudziesięciu artykułów zgłoszonych na konferencje międzynarodowe.

W 2021 została zaproszona przez Stowarzyszenie Techników Polskich w Wielkiej Brytanii do udziału w jubileuszowej konferencji celebrującej 80-lecie Stowarzyszenia. W ramach tego wydarzenia moderowała panel dyskusyjny nt. „*Zarządzania danymi w inżynierii*”.

7. DODATKOWE INFORMACJE DOTYCZĄCE KARIERY ZAWODOWEJ

Działalność zawodowa Habilitantki była wielokrotnie nagradzana. Doceniana była nie tylko naukowa jakość tej działalności, ale także jej aplikacyjny charakter. W trakcie studiów doktoranckich był trzykrotną stypendystką w Europejskich programach stypendialnych w ramach PKOL.08.02 – jednokrotnie w programie SWIFT i dwukrotnie w programie DoktoRIS.

Ukoronowaniem pracy naukowej i zawodowej Habilitantki realizowanej przed uzyskaniem stopnia doktora było przyznanie mi w roku 2016 Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla Wybitnych Młodych Naukowców. Nagrodę tę otrzymała już w pierwszym roku zatrudnienia na Politechnice Śląskiej uzyskując ocenę 99%.

Doceniona została również **Rozprawa Doktorska, która w roku 2018 została nagrodzona przez Ministra Infrastruktury w dyscyplinie budownictwo**. Podczas pracy na Politechnice Śląskiej Habilitantka była także laureatką licznych nagród i programów.

Otrzymała **Nagrody Rektora Politechniki Śląskiej za działalność naukową i organizacyjną**. Na etapie składania przez Politechnikę Śląską wniosku w konkursie „*Uczelnia Badawcza – Inicjatywa Doskonałości*” została wytypowana do grona 50 wyróżniających się pracowników Uczelni, których profile zostały przedstawione we wniosku w celu prezentacji potencjału jednostki. Po zakwalifikowaniu się Uczelni do tego programu była beneficjentem kilku programów projakościowych realizowanych przez Politechnikę Śląską, w tym grantu na dofinansowanie badań o charakterze przełomowym:

- 2-krotnie grantu na podniesienie zdolności uzyskania projektów międzynarodowych,
- grantu za publikację w czasopiśmie wysoko punktowanym,
- 3-krotnie grantu za publikację wydaną w czasopiśmie TOP10,
- 4-krotnie stypendium za publikację wydaną we współpracy z autorem reprezentującym zagraniczny ośrodek naukowy w tym 2-krotnie z autorem reprezentującym wiodący zagraniczny ośrodek naukowy.

Na uwagę zasługuje także zaangażowanie Habilitantki w działalność inżynierską i współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Transfer wiedzy uzyskanej z badań naukowych do praktyki jest główną ideą, którą Pani dr inż. A. Jędrzejewska kieruje się w działalności naukowej. Była zaangażowana we współpracę z firmami działającymi w branży budowlanej, biurami projektowymi, producentami materiałów i wykonawcami. Opracowała szereg opinii technicznych i ekspertyz.

8. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Dr inż. Agnieszka Jędrzejewska jest doskonałym naukowcem, dydaktykiem, ekspertem w zakresie konstrukcji betonowych, a także w zakresie projektowania budowlanego z wykorzystaniem Eurokodów. Głównym przedmiotem zainteresowań naukowych Habilitantki są osiągnięcia naukowe w formie dzieła opublikowanego w całości pt.: „*Stan graniczny zarysowania w ścianach żelbetowych poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych*”, które jest oryginalne i określa kierunek zainteresowań naukowych Habilitantki oraz jest dowodem znacznego wkładu Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Monografia zawiera sformułowanie, analizę oraz rozwiązanie problemów naukowych, ważnych dla dalszego rozwoju tej dyscypliny naukowej. Habilitantka przedstawiła w swojej monografii oryginalne badania, analizy teoretyczne i procedury projektowe, dotyczące nowatorskich konstrukcji określających stan graniczny zarysowania w ścianach żelbetowych poddanych oddziaływaniu odkształceń wymuszonych.

Ponadto Habilitantka wykazała się od 2015 r. istotną aktywnością naukową i uzyskała w środowisku naukowym i zawodowym wysoką pozycję specjalisty i eksperta w zakresie reprezentowanej dyscypliny. Całość osiągnięć naukowo-badawczych oraz dydaktyczno-popularyzatorskich Habilitantki spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Monitor Prawny PŚ z 2023 r. poz. 1096), a także pisma Rady Doskonałości Naukowej znak DRKN.Z2.400.9.2024 z dnia 12 kwietnia 2024 r.

W związku z powyższym pozytywnie opiniuję dorobek Habilitantki i wnioskuję o nadanie dr inż. Agnieszce Jędrzejewskiej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Renata Kotynia
Łódź, 18.07.2024

