

Recenzje spełnia wymagani formalne
Przewodniczący Rady Dyscypliny
Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport
Atan Folega

Prof. dr hab. inż. Michał A. Glinicki
Instytut Podstawowych Problemów Techniki
Polskiej Akademii Nauk
ul. Pawińskiego 5 B
02-106 Warszawa

Warszawa, 9 września 2024

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr inż. Małgorzaty Pająk

w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport

1. Podstawa formalna i merytoryczna recenzji

Recenzję opracowałem na zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach, wydane na podstawie decyzji Rady Doskonałości Naukowej z dnia 17 marca 2024 oraz uchwały nr 32/2024 Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej z dnia 25 kwietnia 2024, powołującej mnie na recenzenta Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Małgorzaty Pająk, zgodnie z art. 221 ust.5 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.).

Dokumentację merytoryczną do oceny dorobku dr inż. Małgorzaty Pająk stanowi Jej wniosek złożony do Rady Dyscypliny Naukowej w dniu 7.12.2024 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, wraz z załącznikami w formie papierowej oraz na nośniku cyfrowym.

2. Przedstawienie podstawowych danych o kandydatce

Dr inż. Małgorzata Pająk (Kandydatka) uzyskała stopień doktora nauk technicznych w zakresie budownictwa, nadany w dniu 18 listopada 2009 przez Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach na podstawie rozprawy doktorskiej pod tytułem „Rozbudowa, kalibracja i weryfikacja sprężysto-plastycznego modelu materiałów geologicznych”. Z przekazanej dokumentacji wynika, że Kandydatka nie ubiegała się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Dr Małgorzata Pająk jest pracownikiem Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej od roku 2010 do dnia dzisiejszego, początkowo na stanowisku asystenta, a od roku 2014 na stanowisku adiunkta. Dyplom magistra inżyniera budownictwa uzyskała w roku 2004 na tym samym Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej.

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Rada Dyscypliny Inżynieria Lądowa,
Geodezja i Transport

1

wpłynęło dnia 13.09.2024
nr 183 zał. —

Wpłynęło dnia 12.09.2024r

3. Ocena dorobku naukowego

Jako dorobek naukowy stanowiący podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego dr inż. Małgorzata Pająk wskazała dwa osiągnięcia naukowe w postaci cyklu publikacji naukowych pod tytułem: 1) Właściwości mechaniczne materiałów cementowych w warunkach obciążeń dynamicznych, 2) Zastosowanie zbrojenia rozproszonego pochodzącego z recyklingu opon samochodowych do zbrojenia betonu. Osiągnięcia przedstawiono w formie cyklu odpowiednio dziewięciu i pięciu powiązanych tematycznie publikacji, których Kandydatka jest autorem samodzielnym lub pierwszym autorem w zespole autorskim.

Oba cykle powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowią publikacje w języku angielskim w recenzowanych czasopismach międzynarodowych i krajowych, a także dwie recenzowane publikacje konferencyjne. Artykuły opublikowano w latach 2011-2023 w czasopismach: *Architecture Civil Engineering Environment* (wyd. Politechniki Śląskiej), *Cement Wapno Beton* (wyd. Fundacja CWB), *Construction and Building Materials* (wyd. Elsevier), *Engineering Transactions* (wyd. IPPT PAN), *Materials* (wyd. MDPI), *Budownictwo i Architektura* (wyd. Politechniki Lubelskiej). Powyższe czasopisma są ujęte w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, ogłoszonym w komunikacie Ministra Nauki, są również indeksowane w bazie Web of Science lub Scopus.

Celem recenzowanego pierwszego cyklu prac była analiza wpływu prędkości odkształcenia na charakterystykę mechaniczną betonu przy ściskaniu z uwzględnieniem czynników materiałowych i bezwładnościowych. W odróżnieniu od dobrze znanych właściwości betonu określanych statycznie, właściwości dynamiczne w zakresie prędkości odkształcenia odpowiadającej oddziaływaniom uderzeniowym i impulsowym są dużo mniej rozpoznane, występują tu luki wiedzy. Przy określaniu tematyki badań Kandydatka podjęła się jednocześnie udziału w rozwijaniu metodyki badań eksperymentalnych, adekwatnych do zakresu prędkości odkształcenia 10^2 - 10^3 s⁻¹. Ocena efektywności wykorzystania odpadowych włókien stalowych, pochodzących z recyklingu opon samochodowych, jako materiału do zbrojenia betonu była celem drugiego cyklu prac badawczych Kandydatki. Motywacja do podjęcia tematu wynikała z aktualnych trendów minimalizacji szkodliwego oddziaływania produkcji materiałów budowlanych na środowisko naturalne i zwiększenia wykorzystania surowców wtórnych. Trendy te mieszczą się w teoretycznej koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym. Poniżej omówiono zasadniczą treść artykułów, oznaczonych w Autoreferacie A1-A9 oraz B1-B5, a także przedstawiono ocenę ich treści naukowych.

- Publikacje z cyklu „Właściwości mechaniczne materiałów cementowych w warunkach obciążeń dynamicznych”

Praca A1 pt. „The influence of the strain rate on the strength of concrete taking into account the experimental techniques” nie jest pracą oryginalną, stanowi literaturowy przegląd wpływu prędkości odkształcenia na wytrzymałość betonu, obejmujący głównie prace z pierwszej dekady XXI wieku z niewielkim udziałem prac wcześniejszych. Całkowicie fenomenologiczne omówienie wyników literaturowych jest właściwie informacją wstępną, zwrócono uwagę na

różnice zachowania betonu w próbkach o różnych rozmiarach i przy różnych sposobach obciążenia. Praca dokumentuje zupełnie początkowy etap rozpoznania zagadnienia przez Kandydatkę.

Umieszczenie pracy A2 pt. "Effect of the shape of steel fibers on the mechanical properties of reinforced self-compacting concrete" w cyklu stanowiącym "pierwsze osiągnięcie" Kandydatki wzbudza zdumienie. Treść tej pracy stanowią wyniki typowych normowych badań fibrobetonu na zginanie pod obciążeniem statycznym. W żadnej mierze praca nie dotyczy właściwości mechanicznych materiałów cementowych w warunkach obciążeń dynamicznych. Niestety podobna ocena należy się publikacji A3 pt. „Flexural behavior of self-compacting concrete reinforced with different types of steel fibers”, której treść faktycznie stanowi pewne rozszerzenie zawartości artykułu A2. W obu pracach opisywane badania doświadczalne przeprowadzono na identycznym stanowisku pomiarowym (Rys.2 w A2 i Fig.2 w A3 są identyczne) – w żadnej mierze zastosowana metodyka badań według normy EN 14651 i według zaleceń RILEM TC 162-TDF nie odnosi się do właściwości betonu w warunkach obciążeń dynamicznych.

Przedstawione w pracy A4 pt. „The influence of steel fibers on the dynamic response of self-compacting concrete” eksperymenty przeprowadzone w laboratorium Otto Mohra w Dreźnie obejmowały dynamiczne badania betonu przy ściskaniu, które przeprowadzono przy użyciu dzielonego pręta Hopkinsona, a także referencyjne badania quasi-statyczne. Przeanalizowano efekt obecności (lub nie) włókien stalowych na przebieg zależności konstytutywnej naprężenie-odkształcenie próbek betonu samozagęszczalnego przy ściskaniu w zakresie prędkości odkształcenia sięgającej 10^2 s^{-1} . Potwierdzono zmiany zależności konstytutywnych ustalone w latach 90-tych XX wieku przez Bishoff i Perry. Efekty dynamiczne określone ilorazem DIF w odniesieniu do wytrzymałości, odkształcenia granicznego i współczynnika sprężystości okazały się znacznie zredukowane wskutek obecności zbrojenia rozproszonego w ilości 1% objętościowo. Artykuł krótki, bez pogłębionej dyskusji wyników, niemniej niezłe napisany, pokazuje już początkowe własne osiągnięcia Kandydatki w zakresie charakteryzowania właściwości dynamicznych betonu.

Przedmiotem badań omówionych w artykule A5 pt. Behavior of concrete reinforced with fibers from end-of-life tires under high compressive strain rates” jest również wpływ prędkości odkształcenia przy ściskaniu na właściwości betonu, z tym że badanym materiałem jest fibrobeton z odpadowymi włóknami stalowymi. Nie rozpatrywano tu efektów składu betonu, ale poświęcono uwagę analizie przebiegu fali odkształcenia i wyznaczeniu reprezentatywnej prędkości odkształcenia. Efekty dynamiczne określone ilorazem DIF okazały się zgodne z wynikami literaturowymi, co stanowi potwierdzenie prawidłowości działania stanowiska badawczego zbudowanego w laboratorium WAT.

Tematyka badań właściwości betonu samozagęszczalnego z włóknami przy ściskaniu z prędkością odkształcenia w zakresie $10^1 - 10^2 \text{ s}^{-1}$ stanowi treść pracy A6 pt. "Laboratory investigation on the influence of high compressive strain rates on the hybrid fibre reinforced self-compacting concrete". Zróżnicowanie składu betonu polegało na wprowadzeniu do mieszanki trzech różnych rodzajów włókien w różnych kombinacjach, aczkolwiek bez żadnej racjonalnej motywacji. W zakresie obciążenia dynamicznego uzyskano spójne wyniki zmian charakterystyki

betonu przy ściskaniu, potwierdzono wcześniejszą obserwację zredukowanych efektów dynamicznych wskutek obecności zbrojenia rozproszonego. Słusznie zwrócono uwagę na zwiększone rozrzuty wyników badań przy obciążeniach dynamicznych.

O podatności fibrobetonu samozagęszczalnego na wzrost prędkości odkształcenia Kandydatka napisała w artykule A7 pt. „On the strain rate sensitivity of fibre-reinforced self-compacting concrete”. Jest to kolejny etap badań, opisywanych zupełnie jak w A6, z tym że analizowane są efekty kombinacji odpadowych włókien stalowych z włóknami polipropylenowymi. Wybór materiałów bez żadnego rozsądnego uzasadnienia. W zakresie techniki prowadzenia eksperymentów zauważa się wysokie kompetencje Kandydatki w rozumieniu zjawisk zachodzących podczas trwającego ułamki milisekundy obciążania próbek w dzielonym pręcie Hopkinsona. Istotnym osiągnięciem jest tu dyskusja nad ograniczeniami przydatności tej techniki badawczej do wyznaczania charakterystyki materiałów kruchych niejednorodnych jak beton.

Publikacja sześciu współautorów z Kandydatką na czele - A8 pt. “Experimental testing and 3D mesoscale numerical simulations of SCC subjected to high compression strain rates” ma znacznie większą wagę naukową. Przeprowadzono badania doświadczalne betonu stosując identyczną jak wcześniej metodykę doświadczeń, a także opracowano model materiału przy wykorzystaniu metody elementów skończonych do opisu obserwowanego zjawiska podatności na wzrastającą prędkość odkształcenia przy ściskaniu. Przyjęto model materiałowy w takiej skali, w której wyróżnia się matrycę w formie zaczynu cementowego z piaskiem, ziarna kruszywa grubego oraz warstwy kontaktowe oznaczone ITZ. Wprawdzie ustalenie parametrów mechanicznych tych trzech składników i współczynnika C odbyło się metodą prób i błędów, ostatecznie przedstawiono narzędzie do przyzwoitej predykcji przebiegu naprężenia ściskającego w czasie i zależności konstytutywnych w funkcji prędkości odkształcenia. Oryginalne stwierdzenia dotyczą wpływu efektów bezwładnościowych i wynikających z tarcia między próbką i prętem na dynamiczny wzrost wytrzymałości DIF, zależny od wytrzymałości betonu na ściskanie.

W publikacji A9 pt. “Influence of aggregate and recycled steel fibres on the strain rate sensitivity of mortar and concrete” Kandydatka podjęła znów temat wpływu składników betonu na jego wytrzymałość na ściskanie z dużą prędkością odkształcenia. Kolejna wariacja wcześniejszego programu badań doświadczalnych, tym razem z niewielkim zróżnicowaniem polegającym na użyciu (lub nie) frakcji kruszywa 2/8mm i odpadowych włókien stalowych. Potwierdzono wcześniejsze własne spostrzeżenia doświadczalne, efekt dynamiczny mierzony za pomocą DIF mieścił się w granicach 1,9-2,7, efekty zróżnicowania wielkości kruszywa były nieznaczne, natomiast obecność włókien bardziej widoczna. Przyjemnie ogląda się fotografie próbek zrobione ultraszybką kamerą. Z mojej osobistej perspektywy „łza kręci się w oku” porównując możliwości dzisiejszej techniki fotograficznej z techniką rejestracji krótkotrwałych przebiegów badań dynamicznych prowadzonych 30 lat temu (nawet oscyloskopy z pamięcią były wówczas rzadkością). Pomimo tej zaawansowanej techniki, fotografie na Rys.10 i 11 w pracy A9, bez bardziej zaawansowanej analizy i oceny ilościowej, pokazują jedynie bardzo uproszczony obraz uszkodzeń dynamicznych.

Zagadnienia oddziaływań uderzeniowych i impulsowych na konstrukcje z betonu były przedmiotem intensywnych studiów w końcowych dekadach XX wieku, nie tylko z powodu pojawiających się katastrof naturalnych, bądź przypadkowych wybuchów, ale też w związku z intensywnym wówczas rozwojem energetyki jądrowej i stosownych wysokich standardów bezpieczeństwa konstrukcji osłonowych. Towarzyszące badania materiałowe zaowocowały opracowaniem tworzyw o znacznie podwyższonej odporności na udar, jak SIFCON, HPFRCC, fibrobeton ze zbrojeniem hybrydowym i in. Poważną barierę rozpoznania stanowiły ówczesne ograniczenia analogowej techniki pomiarów mechanicznych właściwości materiałów i zachowania się konstrukcji pod obciążeniem krótkotrwałym, narastającym w ciągu ułamka milisekundy. Zatem nie tylko ciekawość kolejnego pokolenia naukowców, ale też radykalne postępy techniki pomiarowej z możliwością cyfrowego zapisu danych, uzasadniają powrót do intensywnych badań w zakresie właściwości materiałów budowlanych pod obciążeniem krótkotrwałym. Kandydatka wykorzystała nadarżającą się okazję, aby dołączyć do zespołów rozwijających pomiary właściwości materiałowych za pomocą dzielonego pręta Hopkinsona. Trafnie dostrzegła potencjał tej techniki pomiarowej do charakteryzowania betonu w zakresie prędkości odkształcenia o 6 rzędów wielkości powyżej obciążeń quasi-statycznych.

Podsumowując zawartość cyklu publikacji o numerach od A4 do A9 stwierdzam następujące znaczące osiągnięcia Kandydatki. Należy do nich uzyskanie wiarygodnych zależności konstytutywnych naprężenie-odkształcenie dla betonu w zakresie prędkości odkształcenia przy ściskaniu 10^1 - 10^2 s⁻¹, wyznaczenie współczynników wzmocnienia w odniesieniu do wytrzymałości, odkształcalności granicznej i współczynnika sprężystości. Właściwości betonu pod obciążeniem impulsowym wyznaczyła w dość szerokim spektrum zróżnicowania klasy wytrzymałości i składu betonu. Opracowała modelowy opis zjawiska deformacji betonu przy ściskaniu z dużą prędkością, umożliwiając predykcję właściwości konstytutywnych materiału przy odpowiednim rozpoznaniu objętościowych efektów bezwładnościowych i efektów tarcia towarzyszących obciążeniu za pomocą dzielonego pręta Hopkinsona. Można stwierdzić, że Kandydatka wniosła znaczny wkład do udoskonalenia metodyki prowadzenia badań właściwości betonu za pomocą dzielonego pręta Hopkinsona, wraz z pogłębioną interpretacją wyników, pozwalającą na uzyskanie wiarygodnej charakterystyki betonu przy ściskaniu dynamicznym.

Obok mocnych stron cyklu publikacji należy dostrzec też strony słabe. Zdecydowany niedosyt wnikliwości analizy dotyczy obserwacji tzw. formy zniszczenia próbek pod obciążeniem dynamicznym: w pracach A4, A5 i A6 przedstawiono rezultaty w formie widoku mniejszej lub większej kupki gruzu lub w formie ogólnego widoku próbek z boku, bez żadnej ilościowej analizy stopnia i formy uszkodzenia. Tak powierzchowne ujęcie zagadnienia przystoi co najwyżej jakieś pracy studenckiej. Stwierdzenie, że na Rys.19 w A6 widać konkretnie większą liczbę małych rys w przypadku SG-SCC jest zupełnie nieprzekonujące, a przypisanie tego efektu większej liczbie włókien w przekroju nie koresponduje z brakiem pełnej charakteryzacji włókien w Tabelicy 2. Selekcja niektórych składników betonu była przypadkowa (cement) bądź jedynie powierzchownie uzasadniona (włókna). W związku z tym w zakresie efektów materiałowych wnioski są dość trywialne, bowiem tego można było się spodziewać np. wprowadzając składnik o module Younga mniejszym o 1-2 rzędy wielkości i znikomej przyczepności do matrycy

cementowej. Niezrozumiała jest przyczyna kruchego zachowanie się próbek przy ściskaniu quasi-statycznym, zobrazonego na Rys.9 w A6, na co nie zwrócono uwagi.

Ponieważ opis modelu, identyfikacja parametrów i interpretacja wyników symulacji numerycznych w artykule A8 przedstawione zostały nadzwyczaj zwięźle, bez wielu informacji ważnych dla prawidłowego zrozumienia, stwierdzam że to zagadnienie powinno znaleźć się wśród tematów do dyskusji podczas kolokwium habilitacyjnego. Drugim istotnym zagadnieniem do dyskusji powinno być pojęcie hybrydowego zbrojenia rozproszonego w betonie, jego sens mechaniczny i uzasadnienie zastosowania w przypadku betonu poddanego obciążeniom dynamicznym.

Należy zwrócić uwagę, że termin „strain rate” w literaturze polskojęzycznej nazywa się prędkością odkształcenia, a nie szybkością. Jako źródła takiego nazewnictwa można wskazać znane prace profesorów IPPT PAN - Piotra Perzyny, Wojciecha Nowackiego, Janusza Klepaczko i in. W Autoreferacie napisanym po polsku Kandydatka stosuje różne określenia, wprowadzając zbędne zamieszanie. W tym obszarze tematycznym określenie podatność jest stylistycznie lepsze niż wrażliwość w miejsce angielskiego słowa sensitivity; doceniam stosowanie przymiotnika duży, a nie wysoki, w miejsce high.

- Publikacje z cyklu „Zastosowanie zbrojenia rozproszonego pochodzącego z recyklingu opon samochodowych do zbrojenia betonu”

Treść pracy B1 pt. „Application of fibers from end-of life tires as a self-compacting concrete reinforcement – an experimental study” obejmuje rozpoznawcze badania przy ściskaniu i przy zginaniu próbek betonu z odpadowymi włóknami stalowymi. Koncepcja użycia odpadowych włókien wydobytych ze zużytych opon samochodowych, znana z wcześniejszych publikacji zagranicznych, została tu zastosowana w przypadku betonu o konsystencji bardzo płynnej. Wyniki okazały się zgodne z oczekiwaniami, z tym że efekty negatywne obecności włókien nie były bardzo złe. To zachęciło Kandydatkę do rozszerzenia tematyki poprzez badanie próbek betonu o zróżnicowanej zawartości wspomnianych włókien odpadowych i opisanie wyników w artykule B2 pt. „Concrete reinforced with various amounts of steel fibers reclaimed from end-of-life tire”. Normową procedurę zginania czteropunktowego zastąpiono tu normową procedurą trójpunktowego zginania belek z nacięciem. Przedstawiono wpływ zbrojenia na zależność naprężenia od rozwarcia szczeliny oraz na parametry opisujące właściwości przy zginaniu, takie jak wytrzymałość równoważna i resztkowa. Potwierdzono znaną z wcześniejszej literatury proporcjonalność wytrzymałości do zawartości włókien.

Kolejnym etapem studiów w zakresie zastosowania włókien z recyklingu była praca opublikowana jako B3 pt. „Research on the recycled and hybrid fibre reinforced self-compacting concrete under flexure”. Artykuł objął zróżnicowanie składu betonu polegające na wprowadzeniu, oprócz włókien stalowych odpadowych, również włókien polipropylenowych i szklanych. Podobnie jak wcześniej, nie znalazłem tu dobrego uzasadnienia do mieszania rodzajów włókien. Pogorszenie parametrów rozptywu mieszanki, pogorszenie wytrzymałości na ściskanie betonu, pogorszenie ilorazu wytrzymałości resztkowej $f_{R,3}/f_{R,1}$ okazały się efektami mieszania różnych

włókien, odczytanymi przeze mnie, chociaż Kandydatka wyciągnęła tu bardziej optymistyczne wnioski. Niepokojąca merytorycznie jest konkluzja Kandydatki, że włókna dedykowane specjalnie do zbrojenia betonu mogą być zastąpione włóknami odpadowymi przy takich samych właściwościach fibrobetonu przy zginaniu. To wniosek sformułowany bezpodstawnie, poza zakresem przeprowadzonych badań.

Przedmiotem artykułu B4 pt. „Laboratory investigation and numerical modelling of concrete reinforced with recycled steel fibers”, oprócz badań trójpunktowego zginania próbek z włóknami odpadowymi w zmiennej ilości od 0,5 do 1,5%, jest numeryczne modelowanie zachowania takiego fibrobetonu za pomocą metody elementów skończonych przy wykorzystaniu komercyjnego oprogramowania Atena Studio. Do identyfikacji parametrów materiałowych wykorzystano analizę odwrotną, aczkolwiek nigdzie nie objaśniona została procedura i kryteria zbieżności. Numeryczne odwzorowanie zależności naprężenia od rozwarcia szczeliny okazało się bardzo dobre, a uzyskane rozkłady naprężenia stanowią zachętę do wykorzystania modelu w odniesieniu do elementów konstrukcyjnych z fibrobetonu. W takim właśnie kierunku postępowaly dalsze badania Kandydatki, których wyniki udokumentowano w artykule B5 pt. „Laboratory tests of concrete beams reinforced with recycled steel fibres and steel bars”. Możliwość częściowej wymiany zbrojenia podłużnego w belkach żelbetowych na włókna stalowe z recyklingu oceniona została na podstawie badań belek zginanych o rozpiętości 160 cm, przy wykorzystaniu tensometrów i systemu cyfrowej korelacji obrazu do pomiarów odkształcenia. Wykazano współpracę recyklingowego zbrojenia włóknistego ze stalowymi prętami w przenoszeniu obciążeń, ale cyfrowa korelacja obrazu nie wykazała wpływu włókien na postać zarysowania belek żelbetowych. Do osiągnięć należy też zaliczyć potwierdzenie przydatności opisu właściwości fibrobetonu z włóknami recyklingowymi zgodnie z Model Code 2010, pomimo ich zróżnicowania wymiarowego.

Chronologiczna kolejność publikacji od B1 do B5 ilustruje stopniowe budowanie kompetencji Kandydatki z upływem czasu, co doprowadziło łącznie do uzyskania wyników przydatnych praktycznie, wskazujących na pewien potencjał włókien z recyklingu opon samochodowych w zastosowaniach budowlanych. Istotnym osiągnięciem jest wyznaczenie charakterystyki wzmocnienia fibrobetonu przy zginaniu w funkcji zawartości włókien odpadowych oraz dostosowanie modelu numerycznego MES do odwzorowania jego charakterystyki mechanicznej. Oryginalnym osiągnięciem jest też doświadczalna ocena współpracy włókien recyklingowych ze zbrojeniem prętowym w modelach pełnowymiarowych belek żelbetowych.

Metodyczne zastrzeżenia do programu badawczego w obrębie tzw. drugiego osiągnięcia Kandydatki nasuwają się w odniesieniu do pominięcia oczywistych, niekorzystnych cech włókien recyklingowych. Chodzi o zróżnicowanie ich długości, średnicy ($\pm 40-60\%$) i kształtu, pewnie też zróżnicowaną obecność zanieczyszczeń na powierzchni. Wobec takich istotnych różnic w porównaniu z włóknami stalowymi produkowanymi specjalnie jako zbrojenie rozproszone do betonu wyniki pojedynczych prób laboratoryjnych nie dają pewności stałości właściwości technicznych betonu z włóknami odpadowymi. Nie jest to spostrzeżenie nowe, zagadnienie wykorzystania różnych skrawków z obróbki metali jako zbrojenia rozproszonego betonu było

przedmiotem wcześniejszych licznych badań, nawet moich studenckich, opublikowanych 40 lat temu. Odpowiedzialne projektowanie konstrukcji z fibrobetonu według Model Code 2010, a zwłaszcza według nowego Eurokodu 2 (Aneks L do normy EN 1992-1-1:2023), wymaga gwarantowanych właściwości materiałowych określonych zgodnie z EN 14651. Warunkiem koniecznym jest udokumentowanie jednorodności rozkładu włókien w betonie. W żadnej z prac Kandydatki zagadnienie to nie zostało podjęte z należytą starannością, wnioskowanie o jednorodności rozkładu włókien oparto jedynie na powierzchniowej, wizualnej ocenie ich obecności w placku rozplwy, np. Rys.3 w B1, Rys.2 w B2.

Z uwagi na dużą wagę powyższych zastrzeżeń stwierdzam, że zagadnienie oceny przyczepności do matrycy cementowej, rozmieszczenia włókien recyklingowych w betonie i opisu ich przestrzennej efektywności mechanicznej powinno znaleźć się wśród zagadnień do dyskusji podczas kolokwium habilitacyjnego. Ponadto niezbędna jest dyskusja na temat identyfikacji parametrów materiałowych przy wykorzystaniu analizy odwrotnej, prowadzącej do ustalenia parametrów w modelu materiałowym Atena Studio.

Zdecydowaną większość publikacji zawartych w przedstawionych do oceny dwóch cyklach publikacji stanowią artykuły współautorskie (6+2), jedynie cztery są samodzielne. Na podstawie oświadczeń współautorów stwierdza się, że Kandydatka w każdej z publikacji była pomysłodawcą, twórcą koncepcji materiałowych i metodologii badawczej oraz realizatorem badań doświadczalnych, zajmowała się analizą wyników, ich interpretacją oraz formułowaniem wniosków. Kandydatka miała też wiodący udział w przygotowaniu manuskryptów, zatem sumarycznie miała zdecydowanie dominujący wkład twórczy w opracowanie cyklu publikacji współautorskich, czego odzwierciedleniem była jej stale pierwsza pozycja w gronie autorów.

Konkludując uznaję, że opisane powyżej osiągnięcia naukowe są istotne w obu obszarach budownictwa betonowego, po pierwsze do projektowania konstrukcji z betonu pod krótkotrwałym obciążeniem dynamicznym oraz po drugie do opracowania podstaw technologii wykorzystania materiałów odpadowych jako włókien zbrojących w materiałach budowlanych. Pomimo wymienionych mankamentów osiągnięcia naukowe stanowią istotny wkład Kandydatki w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport w obszarze budownictwa betonowego.

4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowych po uzyskaniu doktoratu

4.1. Publikacje nie włączone do obu osiągnięć naukowych

Publikacje Kandydatki po doktoracie, nie włączone do osiągnięć naukowych, liczą 9 artykułów w międzynarodowych i krajowych czasopismach recenzowanych, 12 opublikowanych referatów konferencyjnych. Wśród artykułów naukowych trzy artykuły opublikowano w wiodących czasopismach międzynarodowych indeksowanych w Web of Science, takich jak: Construction and Building Materials (2), Cement-Wapno-Beton, jeden w mniej znanym Indian Journal of Engineering and Materials Sciences Minerals Processing, a pozostałe w uznanych krajowych czasopismach Inżynieria i Budownictwo oraz Architecture Civil Engineering Environment. Tematyka publikacji obejmowała zagadnienia w obrębie tematyki obu osiągnięć naukowych, tj.

wyznaczania właściwości betonu za pomocą dzielonego pręta Hopkinsona oraz zagospodarowania włókien odpadowych w technologii materiałów budowlanych. Uzyskano niektóre poznawczo interesujące wyniki badań, jak również wyniki przydatne dla praktyki budowlanej, jednakże tematyka tych publikacji nie poszerza obszaru kompetencji Kandydatki.

Publikacje w postaci wspomnianych powyżej referatów konferencyjnych zostały nazywane przez Kandydatkę rozdziałami w monografiach (zapewne po to, aby je dowartościować z powodu punktacji). Niesłusznie. Trzeba tu podkreślić wagę referatów wygłoszonych na kluczowych dla omawianej tematyki konferencjach międzynarodowych: ACI- fib-RILEM Joint Workshop, fib Symposium, Int. Conference on Analytical Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures, 4th Polish Congress of Mechanics, Int. Conference on Experimental Mechanics. Wymienione konferencje mają zasadnicze środowiskowe znaczenie jako forum wnikliwej dyskusji naukowej i tam właśnie krystalizują się istotne inicjatywy badawcze i normalizacyjne. Dla Kandydatki najważniejsze były referaty na konferencjach RILEM i fib, na których wyraźnie zdobyła uznanie międzynarodowe, które zaowocowało zaproszeniem do grona ekspertów TC 288 Impact and explosion. Znaczenie udziału w pracach RILEM omówiono w dalszym ciągu recenzji.

4.2. Wdrożenia, wystąpienia konferencyjne, organizacja konferencji

Dr inż. Małgorzata Pająk ma nieznaczne osiągnięcia wdrożeniowe – brała udział w realizacji trzech projektów badawczych na zlecenie przedsiębiorstw, przy czym w jednym pełniła rolę kierownika badań. W dokumentacji nie znalazłem żadnej informacji o wnioskach patentowych i patentach.

W okresie po uzyskaniu doktoratu Kandydatka brała czynny udział w licznych konferencjach i seminariach naukowych z zakresu mechaniki doświadczalnej, technologii materiałów i projektowania konstrukcji budowlanych. Wygłosiła 15 referatów, zarówno na prestiżowych konferencjach międzynarodowych wspomnianych powyżej, jak też na wiodących konferencjach krajowych, jak Konferencja „krynicka” i Konferencja „Dni Betonu”. Z uznaniem trzeba zauważyć, że nie unikała konfrontacji własnych wyników badań z opiniami środowiska nauki. Należy pochwalić trafność wyboru konferencji naukowych jako właściwych do uprawianej tematyki.

Aktywność Kandydatki w zakresie organizacji konferencji obejmowała udział w Komitecie naukowym lub organizacyjnym albo w zespole recenzentów sześciu konferencji międzynarodowych w obszarze tematyki materiałów i konstrukcji budowlanych oraz inżynierii materiałowej, z których cztery można uznać za konferencje znaczące. Świadczy to o pewnej rozpoznawalności Kandydatki i jej dorobku w międzynarodowym środowisku naukowym.

4.3. Udział w projektach finansowanych w drodze konkursów

Przed uzyskaniem doktoratu Kandydatka brała udział w realizacji projektu badawczego promotorskiego NCN pod tytułem identycznym jak tytuł rozprawy doktorskiej. Pełniła funkcję głównego wykonawcy. W latach 2018-2019 pełniła rolę kierownika projektu NCN Miniatura “Wpływ hybrydowego zbrojenia rozproszonego na zachowanie betonu samozagęszczalnego w zakresie dużych prędkości odkształceń ściskających. Budżet pojedynczego grantu w konkursie Miniatura jest niewielki, pozwala na sfinansowanie pojedynczego działania naukowego, jak np.

badań wstępnych lub wyjazdu konsultacyjnego. Uzyskanie finansowania przy dużej konkurencji o granty NCN zasługuje na uznanie. Kandydatka nie wyjaśniła czy otrzymane wsparcie zaowocowało przygotowaniem nowego projektu badawczego zgłoszonego w konkursie ogólnokrajowym lub międzynarodowym (co jest podstawowym celem konkursu Miniatura).

Od roku ubiegłego dr Małgorzata Pająk jest jednym z wykonawców europejskiego projektu badawczego na temat „Biomimicry and carbon adsorbent eco-materials for a climate-neutral economy” CSTO2NE, finansowanego w ramach konkursu Horizon-MSCA. Projekt jest w trakcie realizacji do roku 2026.

4.4. Udział w zespołach badawczych poza jedną uczelnią, aktywność w organizacjach naukowych, aktywność redakcyjna i recenzencka

Kandydatka odbyła dwa staże naukowe tematycznie związane z badaniami właściwości betonu przy ściskaniu z dużą prędkością odkształcenia – jeden w Otto-Mohr-Laboratorium na Uniwersytecie Technicznym w Dreźnie pod kier. prof. M.Curbacha i drugi w Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie pod kier. prof. J.Janiszewskiego. Uczestniczyła w opracowaniu programu badań oraz ich realizacji na stanowisku dzielonego preta Hopkinsona. Udział Kandydatki w obu zespołach badawczych miał istotne znaczenie dla rozwoju tematyki badawczej, owocem prac były publikacje zestawione w cyklu tzw. pierwszego osiągnięcia. W roku 2023 uczestniczyła w miesięcznym stażu w Universidade da Beira Interior w Covilhã, Portugalia w ramach międzynarodowego projektu. Rolą Kandydatki było zdobywanie wiedzy na temat technologii produkcji materiałów budowlanych przy wykorzystaniu strumienia dwutlenku węgla. Stanowi to interesujące poszerzenie tematyczne kompetencji Kandydatki.

Dr inż. Małgorzata Pająk jest członkiem trzech organizacji naukowych: International Association of Protective Structures, RILEM TC 288-IEC - Impact and Explosion, Komisji Inżynierii Budowlanej Oddział Katowice Polskiej Akademii Nauk. Z uwagi na brak informacji trudno cokolwiek powiedzieć o faktycznej roli Kandydatki w pracach pierwszej i trzeciej organizacji poza członkostwem. Uczestnictwo w pracach komitetu technicznego RILEM ma duże znaczenie, bowiem właśnie na takim forum, następuje właściwa synteza stanu wiedzy i techniki na najwyższym poziomie światowym, powstają rozwiązania prenormalizacyjne. Na podstawie własnych doświadczeń z prac komitetów RILEM stwierdzam ogromny wpływ tego środowiska ekspertów na rozwój kariery młodych badaczy. Autorytet prof. Marco di Prisco (kierownika TC 288-IEC) w obszarze badań konstrukcji betonowych pod obciążeniem dynamicznym i badań fibrobetonu jako materiału konstrukcyjnego sprawił, że do tego komitetu dołączyli członkowie grupy roboczej fib TG10.1 i komitetu ACI 544, zainteresowani postępem w pracach nad Model Code 2020 i nowelizacji norm amerykańskich. Dzięki aktywności Kandydatki prace badawcze prowadzone przy użyciu preta Hopkinsona zostały uznane za istotny wkład do osiągnięć TC, a stanowisko badawcze na WAT w Warszawie zaliczone do grupy wiarygodnych urządzeń laboratoryjnych wymienionych w raporcie “Experimental devices harvest for impact and explosion testing of materials and structures”. Dostępność urządzeń laboratoryjnych tego typu stanowi

podstawę do rozwoju współpracy międzynarodowej pomiędzy laboratoriami i ekspertami w zakresie walidacji pomiarów i ugruntowania stanu wiedzy i techniki.

Kandydatka wykazuje dużą aktywność jako recenzentka artykułów naukowych zgłaszanych do czasopism międzynarodowych, wydawanych przede wszystkim przez Elsevier, Springer i MDPI (wykonała łącznie ponad 100 recenzji). Recenzowała pracę doktorską na temat wytrzymałości belek zginanych pod obciążeniem uderzeniowym, prowadzoną na Universidad Politécnica de Madrid. Ponadto recenzowała wniosek złożony w ramach konkursu ogłoszonego przez Narodowy Funduszu Rozwoju Naukowego i Technologicznego w Chile.

Podsumowując aktywność naukową Kandydatki po uzyskaniu doktoratu poza cyklem publikacji stwierdzam Jej dodatkowe osiągnięcia publikacyjne, udokumentowane dobrymi publikacjami konferencyjnymi i nielicznymi artykułami w czasopismach renomowanych. Nie stwierdzam efektów działalności wynalazczej. Wyrażam duże uznanie dla działalności Kandydatki w pracach międzynarodowej organizacji naukowej RILEM, pozytywnie postrzegam aktywność konferencyjną w roli uczestnika i organizatora. Sukces w konkursie NCN na finansowanie własnego małego grantu oraz udział Kandydatki w projekcie europejskim MSCA, prowadzoną współpracę zagraniczną i działalność recenzencką oceniam pozytywnie jako adekwatne przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.

5. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej Kandydatka prowadziła liczne zajęcia dydaktyczne z zakresu konstrukcji betonowych, konstrukcji drewnianych, konstrukcji sprężonych, budownictwa przemysłowego, projektowania konstrukcji i in. Były to zarówno wykłady, jak i ćwiczenia projektowe oraz laboratoryjne, w języku polskim i angielskim. Dr Małgorzata Pająk była promotorem 34 prac dyplomowych, recenzowała około 10 prac dyplomowych. Jej działalność organizacyjna obejmuje działania związane z organizacją pracy na rodzimym wydziale – jako członek komisji rekrutacyjnej, komisji ds. rozkładu zajęć, organizator warsztatów i jubileuszowego zjazdu absolwentów. Dwukrotnie została nagrodzona przez Rektora Politechniki Śląskiej nagrodą zespołową za osiągnięcia organizacyjne.

Pozytywnie oceniam dorobek dydaktyczny i organizacyjny Kandydatki jako wystarczający przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego

6. Wskaźniki bibliometryczne dorobku publikacyjnego

Zgodnie z przekazaną dokumentacją wskaźniki cytowań publikacji Kandydatki są następujące:

- według bazy Scopus: liczba cytowań 460, wskaźnik H = 9,
- według bazy Web of Science: liczba cytowań 402, wskaźnik H = 9.

Liczba publikacji Kandydatki indeksowanych w bazie Scopus wynosi 20, w ostatnich czterech latach 2020-2023 średnia liczba cytowań wynosiła od 60 do 80 rocznie. Łączna liczba cytowań oraz wskaźnik H wskazują na międzynarodową rozpoznawalność prac Kandydatki i widoczny wpływ na rozwój nauki; wskaźniki nie odbiegają od przeciętnie oczekiwanych wskaźników na tym etapie kariery naukowej w danej dyscyplinie.

7. Wniosek końcowy

Na podstawie przedstawionej powyżej szczegółowej oceny dorobku stwierdzam, że dr inż. Małgorzata Pająk po uzyskaniu doktoratu wykazała się osiągnięciami naukowymi na wystarczającym poziomie. Osiągnięcia Kandydatki stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport w obszarze budownictwa betonowego. Stwierdzam ponadto, że Kandydatka wykazała się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, tj. w WAT w Warszawie i Uniwersytecie Technicznym w Dreźnie. Pozytywnie oceniam działalność dydaktyczną i organizatorską Kandydatki.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek dr inż. Małgorzaty Pająk jest wystarczający, aby spełnić wymagania związane z nadaniem stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z powyższym popieram wniosek o nadanie dr inż. Małgorzacie Pająk stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport oraz wnioskuję o dopuszczenie Kandydatki do kolokwium habilitacyjnego.

