

Bydgoszcz, 29 maja 2024 roku

dr hab. inż. Magdalena Dobiszewska  
Holcim Polska S.A.  
Bielawy 1, 88-192 Piechcin

## **RECENZJA**

**dorobku naukowego Pani dr inż. Gabrieli Moniki Rutkowskiej  
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport**

### **1. Podstawa opracowania recenzji**

Podstawę formalną opracowania recenzji dorobku naukowego dr inż. Gabrieli Moniki Rutkowskiej stanowi pismo z dnia 04.03.2024 roku nr IIL 13/2024 Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Pana prof. dr. hab. inż. Eugeniusza Kody informujące, że Rada Doskonałości Naukowej wyznaczyła mnie do pełnienia funkcji Recenzenta Komisji Habilitacyjnej.

Podstawę prawną stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późniejszymi zmianami).

### **2. Ogólna charakterystyka sylwetki oraz ogólna ocena aktywności naukowo-badawczej Kandydatki**

Pani dr inż. Gabriela Monika Rutowska jest absolwentem Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, gdzie w 1995 roku uzyskała dyplom magistra inżyniera. Bezpośrednio po ukończeniu studiów Pani dr Gabriela Rutowska rozpoczęła swoją pracę dydaktyczną i naukową w Katedrze Inżynierii Budowlanej na Wydziale Inżynierii i Kształtowania Środowiska w SGGW w Warszawie. Brała udział w pracach dotyczących unowocześnienia bazy aparaturowej oraz modernizacji wybranych stanowisk badawczych w Laboratorium Budowlanym, a także w pracach naukowo-badawczych Zakładu Budownictwa Wiejskiego.

W 2000 roku Pani dr inż. Gabriela Monika Rutowska uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w zakresie kształtowania środowiska na macierzystej uczelni, na podstawie rozprawy doktorskiej p.t. „*Kształtowanie zabudowy współczesnych zagród rolniczych*”. Ukończyła również w 2015 roku studia podyplomowe z zakresu Urządzeń i Systemów Energetyki Odnawialnej na Wydziale Inżynierii Produkcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Temat pracy dyplomowej związany był z technologią betonu i dotyczył problematyki akumulacji ciepła w betonie zwykłym. Po uzyskaniu stopnia doktora,

Pani Gabriela Rutkowska rozpoczęła pracę na stanowisku adiunkta w Katedrze Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych, którą kieruje od 2019 roku.

Tematyka działalności naukowej Kandydatki związana jest z wieloma obszarami. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka nadal zajmowała się zagadnieniami naukowymi dotyczącymi kształtowania zabudowy współczesnych zagród rolniczych. Kolejny obszar zainteresowań naukowych dotyczył analizy rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych domów jednorodzinnych, analizy błędów wykonawczych dotyczących prac termoizolacyjnych oraz wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii. Badania te miały na celu poprawę efektywności energetycznej i ekonomiczności domów przy jednoczesnym zmniejszeniu ich wpływu na środowisko. Tematyka pozostałych prowadzonych badań dotyczyła problematyki wymywalności metali ciężkich z betonów zwykłych oraz zagadnień dotyczących wykorzystania różnych dodatków mineralnych jako zamiennika cementu lub kruszywa w produkcji kompozytów cementowych.

Ilościową analizę dorobku Habilitantki dokonałam na podstawie danych zawartych we Wniosku, a w szczególności zestawienia publikacji przedstawionego w załączniku nr 5. Nie uwzględniłam w tej analizie danych przedstawionych w sprostowaniu dołączonym do Wniosku, gdyż brakuje tam zestawienia dodatkowych publikacji nie ujętych w załączniku nr 5. Do dorobku naukowego nie zaliczyłam również następującego artykułu naukowego: Trach Y., Venkata S., Naga Sai G., Trach R., Melnychuk G., Kiersnowska A., Podlasek A., Rutkowska G., Vaverkova M.D., Koda E., Devendra N.S., *Influence of low-cost minerals on reduction of  $Cr^{+6}$  and formation of immobile  $Cr^{+3}$  in water*. Artykuł wysłany do czasopisma Environmental Geotechnics nie został do tej pory opublikowany.

Dorobek publikacyjny Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje łącznie 65 prac naukowych opublikowanych w punktowanych czasopismach o zasięgu krajowym i międzynarodowym, w tym w 47 przypadkach jest ona pierwszym autorem. 26 z tych prac zostało opublikowanych w czasopismach ze współczynnikiem Impact Factor, w tym 22 w bazie Web of Science. W zakresie osiągnięć publikacyjnych znajdują się również dwie monografie i osiem rozdziałów w monografiach opublikowanych w języku polskim. Zwrócić jednak należy uwagę, że duża część z tych artykułów opublikowana została w czasopismach, które nie są przypisane do dyscypliny naukowej habilitowania.

Kandydatka wzięła udział w 15 krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych i naukowo-technicznych, na których wygłosiła referat, zaprezentowała pracę w formie posterowej lub zgłosiła referat do opublikowania w materiałach konferencyjnych.

Pani dr Gabriela Rutowska brała udział w pracach zespołów badawczych realizujących następujące projekty finansowane w drodze konkursów krajowych:

1. Projekt badawczy p.t.: „*Popiół lotny z termicznego przekształcania osadów ściekowych jako modyfikator betonów*”. Konkurs „Inkubator Innowacyjności 2.0”, realizowany w ramach działania „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014–2020 – Działanie 4.4. – kierownik projektu
2. Projekt badawczy dotyczący rozwoju technologii efektywnego energetycznie i procesowo budownictwa senioralnego pod nazwą "BIO-PAN components" – członek zespołu badawczego.

W 2019 roku Kandydatka odbyła 3-miesięczny staż naukowy w zakresie technologii materiałów budowlanych w National University of Water and Environmental Engineering in the Institute of Building and Architecture (Rivne, Ukraina). W ramach stażu Pani Doktor prowadziła wykłady i seminaria dla studentów i pracowników Instytutu, których tematyka dotyczyła wpływu popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych na parametry betonu zwykłego. Przeprowadziła również badania laboratoryjne betonu z dodatkami popiołu lotnego. Wyniki wspólnie zrealizowanych badań opublikowane zostały w artykule naukowym.

Pani dr Rutkowska pełniła funkcję Guest Editor w wydaniu specjalnym Reinforced Concrete: Engineering Structure and Mechanical Behavior. Materials (ISSN 1996-1944) section "Construction and Building Materials" (2023). Zrecenzowała także wiele artykułów opublikowanych w krajowych i międzynarodowych czasopismach naukowych.

W ramach prowadzonych badań dotyczących wykorzystania popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych Kandydatka opracowała technologię betonu o poprawionej wytrzymałości i mrozoodporności. Efektem prac był złożony wniosek patentowy nr P.437589. Osiągnięciem technologicznym Kandydatki jest również opracowana w ramach współpracy z przemysłem w zakładzie prefabrykacji betonowej PEKABEX S.A. w Mszczonowie technologia produkcji innowacyjnych wielkogabarytowych prefabrykowanych elementów konstrukcji budowlanych z betonu lekkiego wysokich wytrzymałości.

### **Dane naukometryczne**

W dniu wszczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, Kandydatka legitymował się następującymi parametrami naukometrycznymi:

- sumaryczny wskaźnik Impact Factor: 57,248
- liczba cytowań wg następujących baz danych:
  - Scopus – 139 (109 bez autocytowań)
  - Web of Science – 122 (94 bez autocytowań)
  - Google Scholar - 299
- indeks Hirscha wg następujących baz danych:
  - Scopus - 6
  - Web of Science - 6
  - Google Scholar - 8
- łączna liczba punktów MNiSW - 2492

### **3. Analiza i ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego odstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego**

Podstawą do ubiegania się Kandydatki o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport jest osiągnięcie naukowe p.t. „*Modyfikacja betonu zwykłego*”. Osiągnięcie zawarte jest w monografii naukowej p.t. „*Wpływ dodatku popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych na wybrane właściwości betonu zwykłego*” – ISBN: 978-83-8237-182-6 (wersja papierowa) i 978-83-8237-183-3 (wersja

elektroniczna), Warszawa 2023, Wydawnictwo SGGW oraz w cyklu jednotematycznych publikacji p.n. „*Wpływ wybranych dodatków na właściwości betonu zwykłego*”. W skład tego jednotematycznego cyklu publikacji wchodzi siedem następujących artykułów:

- p1. Rutkowska G., Małuszyńska I., Miciak T., *Badania właściwości betonu z dodatkiem odpadowej ceramiki czerwonej, zastępującej część kruszywa*. Cement Wapno Beton, 5, 2018, s. 407–413,  
IF: 0,476; punktacja MEiN: 70
- p2. Rutkowska G., Wichowski P., Lipiński R., *Wpływ rozdrobnionych odpadów szklanych na wybrane właściwości betonów sporządzonych z ich udziałem*. Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 27 (4), 82, 2018, s. 463–475  
IF: 0; punktacja MEiN: 0
- p3. Rutkowska G., Wiśniewski K., Chalecki M., Górecka M., Miłosek K., *Influence of fly-ashes on properties of ordinary concretes*. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Land Reclamation, 48 (1), 2016, s. 79–94  
IF: 0; punktacja MEiN: 0
- p4. Rutkowska G., Wichowski P., Mroczkowska A., *Kształtowanie właściwości betonu zwykłego na bazie cementów z dodatkiem włókien stalowych i popiołu lotnego*. Acta Scientiarum Polonorum. Architectura, 15 (3), 2016, s. 71–80  
IF: 0; punktacja MEiN: 20
- p5. Rutkowska G., Małuszyńska I., Rosa M., *Badania właściwości betonu wyprodukowanego z dodatkiem popiołu lotnego*. Inżynieria Ekologiczna, 36, 2014, s. 53–64  
IF: 0; punktacja MEiN: 20
- p6. Rutkowska G., Sobczak M., *Beton modyfikowany pyłami krzemionkowymi*. Acta Scientiarum Polonorum. Technica Agraria, 13 (1/2), 2014, s. 3–18  
IF: 0; punktacja MEiN: 0
- p7. Rutkowska G., Pieńkosz K., *Wpływ metakaolinitu, jako częściowego zamiennika cementu, na wybrane właściwości betonu (ASTRA MK40)*. Acta Scientiarum Polonorum. Architectura, 13 (4), 2014, s. 31–42  
IF: 0; punktacja MEiN: 20

Badania Kandydatki w zakresie dyscypliny habilitowania koncentrują się przede wszystkim na analizie wpływu różnych modyfikacji materiałowych na właściwości mieszanki betonowej oraz stwardniałego betonu, a w szczególności właściwości mechaniczne, odporność na karbonatyzację, mrozoodporność oraz oddziaływanie podwyższonej temperatury. Modyfikacje materiałowe dotyczyły głównie zastosowania popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych, ale także popiołów lotnych krzemionkowych i wapiennych, pyłu krzemionkowego, mączki szklanej, zmielonej ceramiki czerwonej oraz metakaolinitu, jako częściowych zamienników cementu.

Tematyka badań naukowych podjętych przez Habilitantkę jest bardzo ważna i uzasadniona, gdyż dotyczy analizy możliwości zagospodarowania różnego rodzaju odpadów poprzez ich efektywne wykorzystanie w produkcji betonu. Badania naukowe Kandydatki dotyczą przede wszystkim wykorzystania popiołów lotnych będących produktem odpadowym z procesu spalania osadów ściekowych. Z uwagi na zakaz składowania osadów ściekowych, ich zagospodarowanie stanowi aktualnie problem zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny.

Ze względu na zróżnicowany skład chemiczny osadów ściekowych, tj. zawartość metali ciężkich i substancji toksycznych możliwość ich zagospodarowania jest bardzo ograniczona. Jednym ze sposobów utylizacji osadów ściekowych jest ich spalanie, czego konsekwencją jest powstawanie dużych ilości odpadów w postaci popiołów lotnych. Tak więc podjęty przez Habilitantkę problem naukowy jest bardzo aktualny i wymaga rozszerzenia stanu wiedzy. Wykorzystanie popiołów ze spalania osadów ściekowych w produkcji betonu pozwoli nie tylko na efektywne zagospodarowanie tego odpadu, ale także na ograniczenie zużycia surowców naturalnych w przemyśle betonowym.

Mankamentem wniosku habilitacyjnego jest słaba jakość Autoreferatu. Autoreferat powinien stanowić miarę dojrzałości naukowej Kandydatki. W sposób zwięzły i jednoznaczny należy przedstawić cel i zakres przeprowadzonych badań, których analiza stanowi podstawę do sformułowania osiągnięć naukowych oraz określenia wkładu w rozwój dyscypliny habilitowania. Tych wszystkich elementów jednak brakuje w przygotowanym Autoreferacie. W celu dokonania oceny osiągnięcia naukowego Habilitantki konieczna jest wnikliwa analiza monografii oraz kolejnych artykułów stanowiących cykl jednotematycznych publikacji. Poniżej przedstawiam analizę oraz uwagi krytyczne odrębnie dla pierwszej części osiągnięcia obejmującej monografię oraz części drugiej obejmującej jednotematyczny cykl publikacji.

#### **Analiza pierwszej części osiągnięcia naukowego p.t. „Wpływ dodatku popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych na wybrane właściwości betonu zwykłego”**

Rozdział pierwszy monografii stanowi wprowadzenie do tematyki modyfikacji betonu przy zastosowaniu popiołów lotnych ze zwróceniem szczególnej uwagi na ekologiczny aspekt takiej modyfikacji, która zgodna jest z zasadą zrównoważonego rozwoju. Przedstawiono tutaj stosunkowo krótki przegląd literatury naukowej dotyczącej wykorzystania popiołów lotnych w tym popiołów ze spalania osadów ściekowych. Na tej podstawie sformułowano cel pracy, który wynika z braków w zastanym stanie wiedzy oraz przedstawiono zakres przeprowadzonych badań.

Rozdział drugi obejmuje przede wszystkim problematykę modyfikacji kompozytów cementowych popiołami lotnymi krzemionkowymi i wapiennymi oraz w dużo mniejszym zakresie popiołami fluidalnymi. Kandydatka przedstawiła tutaj klasyfikację oraz ogólną charakterystykę popiołów lotnych, mechanizm działania popiołów oraz analizę ich wpływu na proces hydratacji cementu. W tej części pracy Habilitantka omówiła także problematykę dotyczącą wpływu popiołów lotnych na środowisko w zakresie oceny wymywalności metali ciężkich oraz promieniotwórczości betonów z dodatkiem popiołów lotnych.

Kolejnych sześć rozdziałów dotyczy już analizy możliwości wykorzystania popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych w produkcji betonu. W rozdziale trzecim szczegółowo omówiono proces powstawania popiołów lotnych ze zwróceniem uwagi na rodzaj ścieków oraz metody ich spalania. Na podstawie studiów literaturowych przedstawiła ogólne informacje dotyczące możliwości modyfikacji kompozytów cementowych dodatkiem popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych oraz mechanizm ich działania związany zarówno z geometrycznymi, jak i chemicznymi właściwościami popiołów. Na podstawie analizy piśmiennictwa naukowego Kandydatka sformułowała zagadnienia, które dotychczas nie zostały w wystarczający sposób rozpoznane przez innych naukowych. Zagadnienia te dotyczą w szczególności oceny wpływu podwyższonej temperatury na właściwości mechaniczne

betonu z dodatkiem popiołów lotnych oraz dyfuzyjność betonu z popiołem w stosunku do dwutlenku węgla.

W czwartym rozdziale monografii Kandydatka przedstawiła wyniki badań właściwości popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych pochodzących z oczyszczalni ścieków w Krakowie, Łodzi i Warszawie. Zakres przeprowadzonych badań dotyczył określenia gęstości, wilgotności i stopnia porowatości popiołów oraz składu chemicznego i strat prażenia. W składzie chemicznym popiołów dominują tlenki krzemionki, żelaza, wapnia oraz fosforu. Na podstawie analizy XRD ustalono, że w składzie mineralnym popiołów dominuje przede wszystkim kwarc oraz w zależności od pochodzenia osadów ściekowych, znajduje się również apatyt, hematyt, fluoroapatyt oraz minerały będące nośnikami fosforu. W rozdziale tym Kandydatka przedstawiła także analizę morfologii ziaren popiołów lotnych na podstawie obserwacji pod elektronowym mikroskopem skaningowym. W analizowanych próbkach popiołów lotnych dominują nieregularne ziarna o rozwiniętej powierzchni właściwej, dużej porowatości oraz szorstkiej teksturze. Te cechy geometryczne popiołów wpływają na zwiększenie ich wodożądności oraz pogorszenie urabialności mieszanki betonowej. Bardzo cenna jest przedstawiona przez Habilitantkę analiza dotycząca oznaczenia metali ciężkich w popiołach pod kątem możliwości ich wykorzystania w produkcji betonu.

W rozdziale piątym Kandydatka przedstawiła program badań oraz składy ilościowe i jakościowe analizowanych betonów. Analizowane popioły lotne ze spalania osadów ściekowych pochodzących z oczyszczalni ścieków w Krakowie, Łodzi i Warszawie stanowiły częściowy zamiennik cementu w ilości od 2,5% do 20% masy cementu.

W rozdziale szóstym Habilitantka zaprezentowała wyniki badań właściwości mieszanek betonowych oraz stwardniałego betonu bez oraz z dodatkiem popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych. Przeprowadzone badania obejmowały w przypadku mieszanek betonowych oznaczenie konsystencji, gęstości i zawartości powietrza. W przypadku natomiast stwardniałego betonu określono wpływ popiołów lotnych na wytrzymałość betonu na ściskanie w różnych okresach dojrzewania, gęstość, głębokość penetracji wody pod ciśnieniem oraz mrozoodporność. Oceniono także wpływ popiołu lotnego na mikrostrukturę betonu. Na podstawie przeprowadzonych badań Kandydatka wykazała, że dodatek popiołu zmienia właściwości mieszanki betonowej. Wraz ze wzrostem zawartości popiołu konsystencja mieszanki zmienia się w kierunku mniej ciekłej, zmniejsza się gęstość mieszanki oraz zwiększa się zawartość powietrza. Dodatek popiołów lotnych nie powoduje istotnego pogorszenia parametrów mechanicznych betonu, a w niektórych przypadkach obserwowano nawet niewielki wzrost wytrzymałości betonu na ściskanie w stosunku do betonu referencyjnego.

Rozdział siódmy monografii obejmuje analizę dotyczącą oceny wpływu wysokiej temperatury na właściwości mechaniczne betonu. Przygotowane próbki betonu referencyjnego oraz próbki betonu z dodatkiem popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych, które po 28 dojrzewania w warunkach normowych przechowywano w temperaturze 300°C, 500°C oraz 700°C. W celu określenia czasu nagrzewania próbek do osiągnięcia złożonej temperatury, monitorowano rozkład temperatury w poszczególnych próbkach przy wykorzystaniu termopar. Następnie określono wytrzymałość betonu na ściskanie. Na podstawie badań Kandydatka ustaliła, że wraz ze wzrostem temperatury zmniejsza się wytrzymałość betonu z dodatkiem popiołu.

W rozdziale ósmym Habilitantka zamieściła wyniki badań wpływu dodatku popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych na przebieg karbonatyzacji betonu w warunkach przyspieszonych. Na podstawie uzyskanych rezultatów badań Kandydatka opracowała hiperboliczne modele karbonatyzacji oraz przedstawiła funkcje opisujące szybkość karbonatyzacji betonów z różnym udziałem popiołów lotnych.

W ostatniej części pracy przedstawiono korzyści ekologiczne modyfikacji betonu popiołem lotnym ze spalania osadów ściekowych, podsumowanie i wnioski końcowe oraz bibliografię, która obejmuje 337 pozycji prac naukowych oraz 41 norm przedmiotowych.

#### Uwagi krytyczne

1. Kandydatka we wstępie do Autoreferatu podaje, że przeprowadzone przez nią badania miały na celu dostarczenie naukowych wskazówek, które przyczynić się mogą do doskonalenia technologii betonu w kontekście m.in. wydłużenia cyklu życia betonu. Niestety Habilitantka nie poparła tego twierdzenia żadnymi wynikami badań. Nie wiadomo więc na jakiej podstawie został sformułowany taki wniosek.
2. Kandydatka analizując wyniki badań składu chemicznego popiołów ze spalania osadów ściekowych powołuje się na kryteria dotyczące granicznego składu popiołów lotnych krzemionkowych. Zgodnie z postanowieniem normy PN-EN 197-1 popiół lotny otrzymywany innymi metodami niż elektrostatyczne lub mechaniczne osadzanie pylistych cząstek spalin z palenisk opalanych pyłem węglowym, nie może być użyty w cemencie zgodnym z przywołaną normą. Oczywiście można podać te kryteria jako wymagania stawiane popiołom lotnym krzemionkowym i wapiennym, nie można natomiast traktować ich jako kryterium przydatności dla popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych. Ponadto, w zakresie wymagań dotyczących sumy tlenków krzemionki, glinu i żelaza, Kandydatka przytacza kryteria dotyczące popiołów lotnych stosowanych jako dodatek do betonu. Tymczasem prezentowane osiągnięcie badawcze dotyczy wykorzystania popiołu jako składnika cementu.
3. Analizowane popioły lotne ze spalania osadów ściekowych sklasyfikowane zostały w grupie materiałów o uziarnieniu grubym. Jest to bardzo nieprecyzyjne określenie. Nie wiadomo jakie kryteria kwalifikacji przyjęła Kandydatka.
4. Zupełnie niezrozumiałym jest na jakiej podstawie Habilitantka zakwalifikowała analizowany popiół lotny, jako aktywny dodatek mineralny. Powszechnie stosowaną metodą określania aktywności dodatku jest metoda fizyczna polegająca na określeniu wskaźnika aktywności (SAI Strength Activity Index) na podstawie stosunku wartości wytrzymałości na ściskanie zaprawy z popiołem lotnym do wytrzymałości zaprawy referencyjnej (tj. bez udziału popiołu). Metoda ta dotyczy w zasadzie określania aktywności popiołu lotnego krzemionkowego, ale stosowana jest powszechnie do określania reaktywności również innych dodatków. Zgodnie z tą metodą, dodatek może być traktowany jako aktywny jeśli wskaźnik aktywności wyniesie co najmniej 75% oraz 85% odpowiednio po 28 i 90 dniach dojrzewania zapraw cementowych. Zgodnie z przedstawionymi wynikami badań, popioły lotne ze spalania osadów ściekowych nie spełniły tych kryteriów. Habilitantka podała jednak, że skoro po 180 dniach wskaźnik aktywności przekroczył wartość 85%, to można go zakwalifikować do aktywnych dodatków mineralnych. W mojej opinii jest to błędne i bazując na przyjętych kryteriach,

nie można popiołu lotnego kwalifikować jako dodatku aktywnego. Należy jednak zwrócić uwagę, że zastosowana metoda fizyczna bazuje tylko na określeniu właściwości wytrzymałościowych badanych zapraw, na kształtowane których może wpływać tylko i wyłącznie fizyczny mechanizm doszczelnienia mikrostruktury matrycy cementowej, czyli tzw. efekt wypełniacza, a nie ich rzeczywista reaktywność dodatku. Minimalne wartości wskaźnika aktywności mogą być w takim przypadku osiągnięte nawet w przypadku inertnych dodatków o dużej powierzchni właściwej, co może nie mieć nic wspólnego z aktywnością pucolanową dodatku. Miarą aktywności pucolanowej dodatku jest ilość wodorotlenku wapnia związanego przez pucolanę w zaczynie cementowym, co można ustalić na podstawie badań termicznych TG/DTG. Ubytek wodorotlenku wapniowego w zaczynie oraz wzrost zawartości faz C-S-H świadczy o aktywności pucolanowej dodatku. Niestety takich badań jednak nie przeprowadzono. Pewną przesłanką świadczącą o reaktywności popiołów lotnych, mogą być wyniki analizy chemicznej, dotyczącej określenia sumy reaktywnych tlenków krzemionki i glinu rozpuszczalnych w roztworach zasadowych, które są potencjalnie reaktywne w stosunku do wodorotlenku wapniowego i mogą brać udział w reakcjach z jonami wapnia w fazie ciekłej zaczynu cementowego.

5. Habilitantka formułuje dwa wnioski, które są w pewnej sprzeczności ze sobą. Na str.17 Autoreferatu podano: *„Analizując strefę kontaktową kruszywo-zaczyn zaobserwowano, że jest ona różna w różnych obszarach. W niektórych fragmentach jest ona szczelna i prawidłowo rozwinięta, a w innych jest bardziej porowata i rozluźniona. Obecność rozluźnionej formy strefy kontaktowej ma związek prawdopodobnie z obecnymi w jej pobliżu ziarnami popiołu”*. Dalej natomiast jest: *„Wprowadzony do mieszanki betonowej popiół lotny ze spalania osadów ściekowych z jednej strony przyspiesza proces karbonatyzacji przesuwając w głąb betonu front karbonatyzacji z drugiej strony powstaje bardziej zwarta mikrostruktura. Dochodzi do zmniejszenia dyfuzyjności i ograniczenia szybkości karbonatyzacji.”* Skoro zdaniem Kandydatki ziarna popiołu wpływają na „rozluźnienie” strefy kontaktowej, to dlaczego w przypadku badania odporności betonu na karbonatyzację stwierdzono, że popiół wpływa na powstawanie bardziej zwartej mikrostruktury betonu. Jeżeli faktycznie stwierdzono różnorodną budowę mikrostruktury betonu w wyniku dodatku popiołu lotnego, to należałoby wyjaśnić przyczyny i mechanizm opisujący to zjawisko.
6. Kandydatka nie ustrzegła się następujących uchybień, nieprecyzyjnych zwrotów i określeń:
  - Jednym ze sformułowanych przez Habilitantkę celów badań jest *„ocena składu fizyko-chemicznego popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych”*. Przez skład chemiczny rozumie się oczywiście skład tlenkowy popiołów, natomiast nie można mówić o składzie fizycznym tego dodatku.
  - Kandydatka podaje, że wolny tlenek magnezu uwalnia się wolniej niż tlenek wapnia, w związku z czym prawdopodobnie nie będzie powodował zmiany objętości betonu podczas dojrzewania. Wolny tlenek magnezu nie uwalnia się wolniej, tylko hydratyzuje z pewnym opóźnieniem w wyniku czego powstaje wodorotlenek magnezu (brucyt), który zwiększając swoją objętość przyczynia się do wewnętrznej destrukcji zaczynu cementowego.



- Habilitantka sformułowała wniosek, że wytrzymałość betonu rośnie z upływem czasu, co sugeruje proces dalszej hydratacji cementu i rozwijania struktury betonu. Jest to oczywistość i w mojej opinii we wniosku habilitacyjnym przytaczanie takiego wniosku jest zbędne.
  - Kandydatka używa określenia wiązanie betonu. Wiązą fazy klinkieru portlandzkiego w wyniku procesu hydratacji, a nie beton.
7. Kandydatka zwróciła uwagę na małą zmienność składu tlenkowego popiołów uzyskiwanych z różnych oczyszczalni ścieków, co jej zdaniem wskazuje na stabilność technologii spalania komunalnych osadów ściekowych w piecach. W mojej opinii jednak ilościowy skład tlenkowy różni się dość znacznie w zależności od oczyszczalni, z której pochodzą ścieki, czyli w zależności od charakterystyki odpadów komunalnych. Niestabilność składu tlenkowego i w konsekwencji zmienność właściwości popiołów lotnych mogą w pewnym stopniu utrudnić efektywne ich wykorzystanie w produkcji cementu i betonu.
  8. Na podstawie analizy uziarnienia popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych pochodzących z trzech różnych oczyszczalni, Kandydatka stwierdziła, że dominującą frakcją ziarnową jest frakcja o wielkości cząstek 20-50  $\mu\text{m}$ . Tymczasem z przedstawionego w monografii na rys. 9 diagramu obrazującego rozkład uziarnienia wynika, że w analizowanych popiołach dominuje frakcja 50-100  $\mu\text{m}$ . Dodatkowo na legendzie rysunku średnicę ziaren omyłkowo podano w % zamiast w  $\mu\text{m}$ .
  9. Na str. 75-76 monografii Kandydatka przedstawiła obrazy SEM popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych pochodzących z trzech różnych oczyszczalni ścieków wraz z analizą rentgenowską EDS, która pozwala na identyfikację składu pierwiastkowego badanej próbki w mikroobszarze. Na tej podstawie wysunęła wniosek, że w składzie chemicznym analizowanych popiołów dominowały tlenki krzemu, glinu, fosforu i żelaza, natomiast tlenki sodu, magnezu i potasu występowały w znikomych ilościach. Należy podkreślić, że jest to analiza składu pierwiastkowego materiału tylko w jednym wybranym punkcie obrazu SEM i nie stanowi absolutnie o całkowitej zawartości tlenków w badanej próbce.
  10. Kandydatka podaje (str. 90 monografii), że w celu realizacji zaplanowanych badań eksperymentalnych przygotowała mieszankę betonową betonu zwykłego klasy C20/25 o konsystencji S3. W monografii jednak brakuje analizy dotyczącej ustalenia rzeczywistej klasy betonu referencyjnego oraz betonów eksperymentalnych z dodatkiem popiołów lotnych. Opublikowane wyniki badań (rys. 29-31) prezentują tylko wartości średnie wytrzymałości betonu na ściskanie po 28 dniach dojrzewania. W celu określenia klasy betonu konieczna jest znajomość nie tylko wytrzymałości średniej, ale również wszystkich, pojedynczych wyników badań, których wartości nie zamieszczono w monografii. Nie jest to oczywiście konieczne, jednak biorąc pod uwagę średnią wartość wytrzymałości betonu referencyjnego, która wynosi 42,5 MPa trudno przypuszczać, że jest to beton klasy C20/25. Zdumiewa zatem następujący wniosek na str. 106 monografii: *„Wykorzystanie popiołów ze spalania osadów ściekowych o dużej zawartości CaO i zachowanie warunku  $w/c < 0,46$  w składzie betonów pozwoliły uzyskać betony o projektowanej klasie.”*

11. Dodatek popiołów lotnych wpływa na zmianę konsystencji mieszanki betonowej w kierunku mniej ciekłej. Wraz ze wzrostem udziału popiołu w masie cementu zmniejsza się opad stożka, na co wskazują określone klasy konsystencji od S3 przy zawartości popiołu do 5% do S1 przy udziale dodatku powyżej 15%. Analizując uzyskane rezultaty badań Kandydatka podała, że: *„Problem związany z urabialnością można ograniczyć przez zmniejszenie stosunku wody do cementu (W/C) lub przez frezowanie (efekt smarowania), dzięki któremu cząstki popiołu z osadów stają się kuliste, gładsze i mniej porowate.”* Zmniejszenie stosunku wodno-cementowego przyczynia się generalnie do zmiany konsystencji w kierunku mniej ciekłej, czego konsekwencją jest zwykle pogorszenie urabialności mieszanki betonowej, a nie jej poprawa. Nie wiadomo zatem, na jakiej podstawie Kandydatka wysunęła taki wniosek, tym bardziej że morfologia ziaren stosowanych popiołów lotnych na pewno nie sprzyja dobrej urabialności mieszanki. Nie zrozumiałe jest również stwierdzenie, że problem z urabialnością mieszanki betonowej można ograniczyć przez „frezowanie”. Na czym polega proces frezowania, którego efektem ma być zmiana kształtu i tekstury ziaren popiołu? Przytoczone przez Habilitantkę pojęcie „efekt smarowania” dotyczy zwykle mechanizmu działania domieszek upłynniających. W tym przypadku jednak żadnych domieszek nie stosowano.
12. Kandydatka przedstawiając wyniki badań wytrzymałości betonu na ściskanie dokonała jedynie ich analizy ilościowej, tj. podała względne zmiany wartości wytrzymałości betonu z dodatkiem popiołu lotnego w stosunku do wytrzymałości betonu referencyjnego. Zabrakło natomiast naukowej dyskusji rezultatów badań w celu wyjaśnienia przyczyn i mechanizmów zaobserwowanych zmian parametrów mechanicznych betonu. Wartości wytrzymałości betonów przy tych samych udziałach popiołów różnią się między sobą w zależności od pochodzenia popiołu, tj. oczyszczalni, z której pochodzą osady ściekowe. Świadczy to o tym, że na wytrzymałość betonu wpływa nie tylko stopień substytucji cementu popiołem, ale także jego właściwości, czyli skład chemiczny poszczególnych analizowanych popiołów, uziarnienie, wielkość powierzchni właściwej, czy też wodoządnosc. Takiej analizy jednak nie przeprowadzono. Zaobserwowano także, że przy 2,5% udziale popiołu lotnego następuje wyraźny spadek wytrzymałości betonu na ściskanie w każdym okresie dojrzewania. Natomiast w miarę wzrostu zawartości popiołu, wytrzymałość rośnie. Biorąc pod uwagę to, że popiół lotny ze spalania osadów ściekowych jest dodatkiem o znikomej reaktywności wyniki te wymagają komentarza i dyskusji.
13. Ta sama uwaga dotyczy analizy wpływu dodatku popiołów lotnych na głębokość penetracji wody pod ciśnieniem i odporność betonu na cykliczne zamrażanie i odmrażanie. Badania naukowe powinny zakończyć się dyskusją otrzymanych rezultatów badań, na podstawie której można sformułować wnioski dotyczące wyjaśnienia obserwowanych zmian i zjawisk. Niestety rozważania Kandydatki ograniczyły się tylko do podania ilościowych wyników przeprowadzonych badań.
14. Oceniając wpływ dodatku popiołów lotnych na mikrostrukturę betonu Kandydatka stwierdziła, że w betonie z 15% dodatkiem popiołu zaobserwowała obszary zaczynu zawierające fazę C-S-H o zwiększonej porowatości oraz obszary zaczynu zawierające pory powietrzne o średnicy głównie rzędu kilkudziesięciu mikrometrów. Wniosków takich nie można wyciągnąć na podstawie zamieszczonych w monografii obrazów SEM

zglądów betonu. Na obrazach tych nie można zidentyfikować fazy C-S-H, a więc tym bardziej nie można ocenić jej porowatości. Wpływ popiołów lotnych na mikrostrukturę zaczynu cementowego można ocenić na podstawie badań porowatości metodą porozymetrii rtęciowej. Takich badań jednak nie wykonano.

15. Kandydatka podaje również: *„Powyższe obserwacje wskazują na to, że ziarna popiołu i obecne w nich związki fosforu prawdopodobnie wpływają negatywnie na kształtowanie zwartej i szczelnej struktury fazy C-S-H, co może mieć również wpływ na pogorszenie cech wytrzymałościowych i trwałości kompozytu.”* Zwraca się uwagę, że Kandydatka przeprowadziła ocenę mikrostruktury betonu po 90 dniach dojrzewania z 15% dodatkiem popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych pochodzących z oczyszczalni ścieków w Krakowie. Wytrzymałość tego betonu na ściskanie osiągnęła wartość 48,9 MPa i była wyższa od wytrzymałości betonu referencyjnego. Skąd zatem ten wniosek?
16. Zwraca uwagę brak dyskusji dotyczącej wyników badań wpływu popiołów lotnych na głębokość frontu karbonatyzacji. Z zamieszczonych w monografii rezultatów badań wynika, że wraz ze wzrostem udziału popiołu do 12,5% masy cementu zwiększa się średni zasięg frontu karbonatyzacji. Natomiast dalsze zwiększanie udziału popiołu do 20% przyczynia się do zmniejszenia głębokości karbonatyzacji betonu. Kandydatka nie skomentowała tego w żaden sposób. Podała jedynie, że popiół lotny z jednej strony przyspiesza proces karbonatyzacji a z drugiej przyczynia się powstawania bardziej zwartej mikrostruktury. Wniosek ten nie został niestety poparty żadnymi badaniami.

### **Analiza drugiej części osiągnięcia naukowego p.t. „Wpływ wybranych dodatków na właściwości betonu zwykłego”**

Poniżej przedstawia się analizę kolejnych artykułów składających się na cykl publikacji wraz z uwagami krytycznymi.

[p1] W artykule przedstawiono wyniki badań betonu z dodatkiem odpadu skruszonej ceramiki czerwonej powstającej podczas produkcji cegieł. Odpad ten zastosowany został jako częściowy zamiennik kruszywa grubego frakcji 4/8 oraz 8/16 mm. Przeprowadzone badania dotyczyły określenia właściwości mieszanki betonowej (konsystencja i zawartość powietrza) oraz stwardniałego betonu (wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na zginanie, wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu, nasiąkliwość, głębokość penetracji wody pod ciśnieniem oraz gęstość).

Kandydatka przeprowadziła szereg badań laboratoryjnych dotyczących ustalenia wpływu kruszywa grubego w postaci odpadów ceramicznych na właściwości użytkowe betonu natomiast nie przedstawiła żadnej dyskusji otrzymanych rezultatów badań. Sformułowany przez Kandydatkę następujący wniosek: *„Uzyskane wyniki nie przekraczają wartości normowych”* jest niezrozumiały. Nie wiadomo które wyniki badań i z jakimi wartościami normowymi zostały porównane.

[p2] W artykule przedstawiono wyniki badań betonu z dodatkiem szkła odpadowego. Modyfikacja składu betonu dotyczyła częściowego zastąpienia cementu mączką szklaną oraz kruszywa frakcji 2/4 mm stłuczką szklaną. Przeprowadzone badania dotyczyły określenia właściwości mieszanki betonowej (konsystencja, gęstość i zawartość powietrza)

oraz stwardniałego betonu (wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na zginanie oraz mrozoodporność).

Przedstawione zarówno w Autoreferacie, jak i w artykule rozważania dotyczące możliwości wykorzystania szkła odpadowego w produkcji betonu stanowią raport z przeprowadzonych badań, a nie dyskusję naukową dotyczącą analizowanego zagadnienia. Jeden z problemów wykorzystania stłuczki szklanej w produkcji betonu dotyczy negatywnego wpływu szkła na reaktywność alkaliczną kruszyw, co w konsekwencji może prowadzić do destrukcji betonu. Zagadnienie to zostało całkowicie pominięte w pracy. Wpływ mączki szklanej na właściwości kompozytów cementowych zależy przede wszystkim od miąższości mączki oraz reaktywności dodatku. Brakuje jakichkolwiek informacji o uziarnieniu i wielkości powierzchni właściwej mączki. Natomiast podany przez Kandydatkę wniosek o „*intensyfikacji reaktywności pucolanowej odpadów szklanych z czasem*” nie został poparty żadnymi badaniami.

[p3] W kolejnym artykule Kandydatka przedstawiła wyniki badań laboratoryjnych betonu z dodatkiem popiołów lotnych krzemionkowych oraz wapiennych stosowanych jako częściowy zamiennik cementu. Przeprowadzone badania dotyczyły określenia wpływu 15%, 20% i 30% substytucji cementu na konsystencję mieszanki betonowej, wytrzymałość betonu na ściskanie i rozciąganie oraz nasiąkliwość i głębokość penetracji wody pod ciśnieniem.

Kandydatka przedstawiła jedynie analizę ilościową zaobserwowanych zmian bez naukowej dyskusji otrzymanych rezultatów badań i porównania ich z wynikami otrzymanymi przez innych badaczy. Badania dotyczące określenia wpływu popiołów oraz każdego innego dodatków mineralnych na właściwości użytkowe kompozytów cementowych należy rozpocząć od określenia składu tlenkowego, analizy uziarnienia i wielkości powierzchni właściwej oraz badań dotyczących określenia reaktywności dodatku. Tymczasem Kandydatka charakteryzując właściwości geometryczne popiołów powołała się na wyniki badań innych autorów przedstawione w publikacjach z 1991 oraz 1997 roku bez podania własnych wyników badań. To samo dotyczy określenia reaktywności. Mechanizm działania popiołów lotnych krzemionkowych związany jest z ich aktywnością pucolanową. Popioły lotne wapienne oprócz właściwości pucolanowych mają także właściwości hydrauliczne. Kandydatka niestety nie przeprowadziła żadnych badań dotyczących określenia reaktywności analizowanych popiołów. Uwagi dotyczą także bardzo niefortunnych stwierdzeń podanych przez Habilitantkę: „*Dla każdego przypadku uzyskane wartości [wartości wytrzymałości] były wyższe niż te przyjęte podczas obliczeń mieszania.*” oraz „*Próbki betonu z dodatkiem popiołu krzemionkowego były zbliżone do siebie, a także wyższe niż dla próbek z dodatkiem popiołu wapiennego.*” Niezrozumiałą jest także podany przez Habilitantkę następujący wniosek: „*Badania nasiąkliwości betonu wykazały, że w każdym przypadku beton może być bezpośrednio narażony na działanie warunków atmosferycznych, ponieważ wartość nasiąkliwości przekroczyła 4%.*”

[p4] Artykuł dotyczy problematyki analizy właściwości betonu z dodatkiem włókien stalowych oraz popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych. Kandydatka przedstawiła wyniki badań dotyczących określenia podstawowych właściwości mieszanki betonowej oraz właściwości mechanicznych stwardniałego betonu obejmujących wytrzymałość na ściskanie, zginanie oraz rozciąganie przy rozłupywaniu.

Niestety, podobnie jak w pozostałych analizowanych artykułach, tutaj również nie przedstawiono żadnej analizy naukowej zaprezentowanych wyników badań. Kandydatka nie

odniosła się także do wyników badań naukowych i analiz przedstawionych przez innych badaczy. Jedyne wnioski jakie przedstawiła dotyczą w zasadzie następującego stwierdzenia: *„Na podstawie wyników badań wytrzymałości na ściskanie betonu bez dodatków stwierdzono, że im wyższej klasy użyty został cement, tym większa była wytrzymałość na ściskanie betonu.”* oraz *„Wykorzystanie cementu wyższej klasy spowodowało wzrost wytrzymałości na ściskanie betonu z dodatkiem włókien i popiołu.”*

[p5] W pracy Kandydatka przedstawiła wyniki badań betonu z dodatkiem popiołu lotnego krzemionkowego, które dotyczyły oceny konsystencji mieszanki betonowej, nasiąkliwości betonu i wytrzymałości na ściskanie oraz głębokości penetracji wody pod ciśnieniem.

Kandydatka przywołuje szereg norm oraz wynikające z nich wymagania jakie spełniać muszą popioły lotne stosowane w produkcji betonu. Natomiast nie przedstawia żadnych wyników przeprowadzonych badań w zakresie określenia właściwości popiołów poddając jedynie, że popiół spełniał wymagania określone w normie PN-EN 450-1. Kolejna uwaga dotyczy stosowanej przez Kandydatkę nomenklatury. Habilitantka podaje, że do przygotowania betonu wykorzystano cement portlandzki 42,5R bez domieszek. Z lektury artykułu wynika, że w składzie betonu nie było żadnych domieszek. Stosowany był natomiast popiół lotny, który jest dodatkiem, a nie domieszką. Kandydatka zaobserwowała pozytywny wpływ popiołu lotnego na zmniejszenie nasiąkliwości betonu oraz głębokości penetracji wody pod ciśnieniem. Analizując zaobserwowane zmiany podała co następuje: *„Popiół lotny zmniejsza ilość wolnych porów w gotowych betonach, dzięki czemu betony popiołowe w mniejszym stopniu chłoną wodę.”* oraz *„Stwierdzono, że betony z zawartością popiołów lotnych charakteryzuje mniejsza penetracja wody najprawdopodobniej spowodowana uszczelnieniem betonu przez popioły. Popiół wypełnił wolne pory w betonie, zwiększając jego wodoszczelność.”* Skoro dodatek popiołu lotnego przyczynia się do doszczelnienia mikrostruktury betonu, to dlaczego obserwowano spadek wytrzymałości na ściskanie betonu? To wymaga skomentowania i pogłębionej analizy, czego niestety w pracy nie przedstawiono.

[p6] W kolejnym artykule kandydatka przedstawiła wyniki badań laboratoryjnych betonu z dodatkiem pyłu krzemionkowego w ilości 5%, 10% i 15% masy cementu. Przeprowadzone badania dotyczyły określenia wpływu pyłu krzemionkowego na konsystencję, zawartość powietrza i gęstość mieszanki betonowej. W przypadku właściwości betonu stwardniałego oznaczono wartość wytrzymałości na ściskanie i zginanie, nasiąkliwość, głębokość penetracji wody pod ciśnieniem oraz mrozoodporność.

Niestety artykuł stanowi raport z przeprowadzonych badań laboratoryjnych. Nie przeprowadzono dyskusji otrzymanych rezultatów badań i próby wyjaśnienia mechanizmów odpowiedzialnych za zmiany właściwości betonu. Zawarte w podsumowaniu artykułu wnioski są niemalże wiernym powtórzeniem przedstawionej we wcześniejszej części artykułu analizy dotyczącej porównania wartości analizowanych parametrów betonu referencyjnego i betonu z dodatkiem pyłu krzemionkowego.

[p7] W ostatnim artykule z cyklu publikacji Habilitantka przedstawiła wyniki badań laboratoryjnych betonu z dodatkiem metakaolinitu w ilości 5%, 10% i 15% masy cementu. Określono podstawowe właściwości mieszanki betonowej, tj. konsystencję i gęstość oraz wytrzymałość na ściskanie i zginanie oraz mrozoodporność w przypadku betonu stwardniałego.

W pracy brakuje przeglądu literatury dotyczącego wpływu metakaolinitu na właściwości użytkowe betonu. Kandydatka powołuje się tylko na dwie publikacje dotyczące wykorzystania metakaolinitu w kompozytach cementowych, ale nie przytacza ani nie komentuje w żaden sposób zamieszczonych w tych pracach rezultatów badań. Prezentowana publikacja jest artykułem inżynierskim. Brakuje natomiast analizy naukowej otrzymanych rezultatów badań oraz określenia przyczyn zaobserwowanych zmian właściwości betonu. Jedynie w przypadku badania mrozoodporności betonu Kandydatka podała, że obniżenie mrozoodporności betonu w wyniku dodatku metakaolinitu „Może być spowodowane tym, że cement, który użyty był do wykonania betonu, już w swoim składzie zawierał od 21 do 35% popiołów lotnych oraz wapieni i dodanie metakaolinitu spowodowało jeszcze większy udział dodatków w stosunku do czystego klinkieru, co mogło osłabić strukturę betonu.” Dlaczego zatem zaobserwowano wzrost wytrzymałości betonu na ściskanie, skoro metakaolinit może przyczynić się do osłabienia struktury betonu. Wymaga to dalszej dyskusji otrzymanych rezultatów badań.

### **Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego p.n. „Modyfikacja betonu zwykłego”**

Kandydatka wyszczególniła następujące elementy, które jej zdaniem stanowią najważniejsze osiągnięcia i przyczyniają się do rozwoju dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport:

1. Oryginalne badania naukowe wraz z porównawczymi analizami wpływu popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych na wybrane właściwości betonu zwykłego, w wyniku których usystematyzowano wiedzę na temat odpadu określonego jedynie ogólnym kodem, ale niezdefiniowanego w żadnym prawie, poza przypisami zawartymi w katalogu odpadów.
2. Określenie, na podstawie badań naukowych, właściwości fizyko-chemicznych popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych, mających istotny wpływ na wybrane właściwości mieszanki betonowej i dojrzałego betonu.
3. Analizę naukową zmienności właściwości popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych, która jest związana z różnorodnością dostarczonych komunalnych osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków.
4. Opracowanie, na podstawie naukowych badań i analiz, autorskich modeli karbonatyzacji.
5. Analizę naukową wpływu popiołów lotnych na środowisko naturalne i mikrostrukturę betonu, wpływu wysokiej temperatury na właściwości wytrzymałościowe oraz wpływu dwutlenku węgla na proces karbonatyzacji betonów modyfikowanych popiołem ze spalania osadów.
6. Analizę naukową wpływu różnych dodatków na właściwości mieszanki betonowej oraz wybrane właściwości dojrzałego betonu – wytrzymałość na ściskanie, głębokość penetracji wody pod ciśnieniem, mrozoodporność.

W mojej opinii szczególne znaczenie i istotny wpływ na rozwój dyscypliny habilitowania w zakresie wykorzystania popiołów lotnych ze spalania odpadów ściekowych mają osiągnięcia, które sformułowałabym następująco:

1. Analiza możliwości wykorzystania popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych jako dodatków mineralnych w produkcji betonu zwykłego.
2. Opracowanie autorskich modeli karbonatyzacji betonu z dodatkiem popiołów ze spalania osadów ściekowych.
3. Określenie wpływu podwyższonej temperatury na właściwości betonu z dodatkiem popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych.

Artykuły stanowiące cykl jednotematycznych publikacji p.n. „*Wpływ wybranych dodatków na właściwości betonu zwykłego*” stanowią raport z przeprowadzonych badań laboratoryjnych dotyczących określenia podstawowych właściwości mieszanki betonowej oraz stwardniałego betonu z różnymi dodatkami mineralnymi oraz włóknami stalowymi. W prezentowanych pracach brakuje przeglądu literatury naukowej w zakresie analizowanego problemu, dyskusji naukowej dotyczącej uzyskanych rezultatów badań oraz wyjaśnienia przyczyn i mechanizmów odpowiedzialnych za zaobserwowane zmiany poszczególnych właściwości badanych betonów. Przedstawione przez Kandydatkę wyniki badań nie stanowią istotnego wkładu w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

#### **4. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz zawodowych Kandydatki**

Działalność dydaktyczna Kandydatki obejmowała prowadzenie zajęć na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych I stopnia na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska oraz Wydziale Inżynierii Produkcji. Zakres przedmiotów obejmował budownictwo rolnicze, budownictwo ogólne i materiały budowlane. Brakuje informacji na temat działalności dydaktycznej Kandydatki w zakresie promotorstwa prac inżynierskich i magisterskich.

W zakresie działalności organizacyjnej Kandydatka podała jedynie członkostwo w Komitecie organizacyjnym jednej krajowej konferencji naukowej.

Habilitantka współpracuje z przedsiębiorstwem budowlanym BUDOKRUSZ S.A. w zakresie opracowywania receptur mieszanek betonowych oraz utworzenia stanowiska do badania wytrzymałości na ściskanie oraz mrozoodporności betonu wyprodukowanego z popiołem lotnym z termicznego przekształcania osadów ściekowych. W ramach współpracy z zakładem prefabrykacji betonowej PEKABEX S.A. w Mszczonowie wdrożyła technologię produkcji innowacyjnych wielkogabarytowych prefabrykowanych elementów konstrukcji budowlanych z betonu lekkiego wysokich wytrzymałości.

#### **5. Wniosek końcowy**

Na podstawie szczegółowej analizy dokumentów zawartych we Wniosku Kandydatki oraz oceny aktywności naukowej stwierdzam, co następuje.

1. Główne osiągnięcie naukowe p.n. „*Modyfikacja betonu zwykłego*” będące przedmiotem monografii naukowej dr Gabrieli Rutkowskiej p.t. „*Wpływ dodatku popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych na wybrane właściwości betonu zwykłego*” stanowi wkład w stan wiedzy w obszarze dyscypliny naukowej inżynieria

ładowa, geodezja i transport. W mojej opinii największe znaczenie mają następujące osiągnięcia:

- 1) Analiza możliwości wykorzystania popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych jako dodatków mineralnych w produkcji betonu zwykłego.
  - 2) Opracowanie autorskich modeli karbonatyzacji betonu z dodatkiem popiołów ze spalania osadów ściekowych.
  - 3) Określenie wpływu podwyższonej temperatury na właściwości betonu z dodatkiem popiołów lotnych ze spalania osadów ściekowych.
2. Sformułowane przez Kandydatkę osiągnięcie naukowe p.n. „*Wpływ wybranych dodatków na właściwości betonu zwykłego*” przedstawione w cyklu jednotematycznych publikacji nie stanowi w mojej opinii wkładu w rozwój dyscypliny habilitowania.
  3. Habilitantka posiada dorobek publikacyjny charakteryzujący się wysokimi parametrami naukowymi oraz brała udział w realizacji projektów badawczych, których finansowanie uzyskano w ramach konkursów zewnętrznych.
  4. Kandydatka odbyła 3-miesięczny staż naukowy w zagranicznej uczelni oraz jest współautorką publikacji naukowych wraz z naukowcami z innych jednostek naukowych. Można więc uznać, że spełnia w stopniu wystarczającym kryterium dotyczące wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni.

**Dorobek Habilitantki w stopniu wystarczającym spełnia wymagania Ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym popieram wniosek Kandydatki o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.**

Magdalena Ddausko



R

(00)459007734145157877



(00)459007734145157877

2023

KANCELARIA GŁÓWNA S.A.  
2024 -06- 10  
WPEŁYŃŁO DNIA -3-

Poczta Polska  
Opłata pobrana 430 zł gr



Sz. P.

RP/16124/2024

Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Kłodo  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Instytut Inżynierii Lądowej  
ul. Nowoursynowska 166  
02-787 Warszawa