

Rada Doskonałości Naukowej 00-901 Warszawa, pl. Defilad 1 Dział Kancelaryjny WPŁYNĘŁO (RPW)	
30.12.2020	
Znak sprawy: 22.4000.M.2020.BR	
Podpis: <i>[Signature]</i>	Zaś. <i>[Signature]</i>

*Szkół Główny Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Rada Dyscyplin Inżynierii Lądowej i Transportu*

(nazwa i dane adresowe podmiotu habilitującego,
wybranego do przeprowadzenia postępowania)
za pośrednictwem:

Rady Doskonałości Naukowej

pl. Defilad 1

00-901 Warszawa

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

Gabriele Monika Reefflowska

(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Instytut Inżynierii Lądowej, SGGW w Warszawie

(miejsce pracy/jednostka naukowa)

Wniosek

z dnia *30.12.2020r.*

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie *Nauk Inżyniersko-Technicznych* w dyscyplinie¹

Inżynieria Lądowa i Transport

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

*Projekt lotny z termicznego przekształcania osadów
siekawych jako dodatek do produkcji betonu.*

Wnoszę – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie
wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała
uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu **tajnym/jawnym***²

Zostałem poinformowany, że:

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

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu.

*Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c)
Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art.
232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu
przeprowadzenia postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i
obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.*

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest
na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodz.html

[Signature]

(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

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

² * Niepotrzebne skreślić.

Załącznik nr 2

Gabriela Monika Rutkowska

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Instytut Inżynierii Lądowej

Katedra Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych

Autoreferat

Spis treści

1. Imię i nazwisko.....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, rok ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.....	4
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.....	4
4.1.Tytuł osiągnięcia naukowego.....	4
4.2. Omówienie celu naukowego i wyników prac stanowiących osiągnięcie naukowe zgłoszone do postępowania habilitacyjnego.....	5
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności.....	24
5.1. Działalność naukowo-badawcza i dydaktyczna przed uzyskaniem stopnia doktora (1995-2000).....	24
5.2. Działalność naukowo-badawcza i dydaktyczna po uzyskaniu stopnia doktora (od 2000)	25
5.3. Dorobek publikacyjny.....	30
5.4. Udział w konferencjach naukowych.....	33
5.5. Projekty badawcze	34
5.6.Najważniejsze wyróżnienia.....	35
5.7. Staże zawodowe i naukowe, współpraca międzynarodowa i recenzje	36
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	38
6.1.Działalność dydaktyczna po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (2000-2020).....	38
6.2.Działalność organizacyjna po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (2000-2020).....	40

1. Imię i nazwisko

Gabriela Monika Rutkowska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- **1990 r. - uzyskanie tytułu technika geodety** w Policealnym Studium Geodezji i Kartografii w Warszawie.
- **1995 r. – uzyskanie tytułu magistra inżyniera inżynierii środowiska**, z wynikiem bardzo dobrym na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Tytuł pracy: *„Wpływ technologii produkcji na kształtowanie zagrody wiejskiej”*.

Promotor pracy: prof. dr inż. Wiesław Wieczorkiewicz

- **2000 r. – uzyskanie stopnia doktora nauk rolniczych w zakresie kształtowania środowiska** na Wydziale Inżynierii i Kształtowania Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Tytuł rozprawy doktorskiej: *„Kształtowanie zabudowy współczesnych zagród rolniczych”*.

Promotor pracy: dr hab. inż. arch. Hanka Zaniewska, prof. nadzw. SGGW.

Recenzenci: prof. dr hab. inż. arch. Zuzanna Borcz
prof. dr hab. inż. arch. Miriam Wiśniewska

- **2015 r. - dyplom ukończenia Studiów Podyplomowych** w zakresie Urządzenia i Systemy Energetyki Odnawialnej, z wynikiem bardzo dobrym na Wydziale Inżynierii Produkcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Tytuł pracy: *„Beton zwykły jako materiał konstrukcyjny do akumulacji ciepła w budownictwie energooszczędnym”*.

Promotor pracy: dr inż. Ryszard Wnuk

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

Asystent - od 1 października 1995 r. do 30 września 2001 r. - Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska, Katedra Inżynierii Budowlanej.

Adiunkt – od 1 października 2001 r. do chwili obecnej - Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Inżynierii Lądowej, Katedra Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych.

Od 1 października 2019 r. - Kierownik Katedry Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Tytuł osiągnięcia naukowego: ***Popiół lotny z termicznego przekształcania osadów ściekowych jako dodatek do produkcji betonu.***

Jako osiągnięcie naukowe do oceny w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport przedstawiam dzieło opublikowane w całości w formie książki: „***Beton modyfikowany popiołem lotnym z termicznego przekształcania osadów ściekowych***”, ISBN 978-83-7583-853-4, Warszawa 2019, Wydawnictwo SGGW, 146 stron – **m1**.

Recenzenci wydawniczy:

- Prof. dr hab. inż. Paweł Łukowski, Politechnika Warszawska,
- Dr hab. inż. Danuta Barnat-Hunek, prof. Politechniki Lubelskiej,

oraz następujący cykl jednotematycznych publikacji dotyczących wykorzystania popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych w technologii betonu:

- **p1: Rutkowska G., Wichowski P., Fronczyk J., Franus M., Chalecki M.** Use of fly ashes from municipal sewage sludge combustion in production of ash concretes. *Construction and Building Materials*. 2018, Vol. 188, s. 874-883. **IF - 4.815**.
Mój udział (potwierdzony przez współautorów) w pracy szacuję na 50%.
DOI: 10.1016 / j.conbuildmat.2018.08.167

- **p2: Rutkowska G.** Popiół lotny z termicznego przekształcania osadów ściekowych jako dodatek do betonów zwykłych. *Acta Scientiarum Polonorum – Architectura*. 2020, nr 19 (2), s. 93-104. Mój udział w pracy wynosi 100%.
DOI: 10.22630/ASPA.2020.19.2.21
- **p3: Rutkowska G., Fronczyk J., Filipchuk S.** Wpływ właściwości popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych na parametry betonu zwykłego. *Acta Scientiarum Polonorum - Architectura*. 2020, nr 19 (3), s. 43-54. Mój udział w pracy (potwierdzony przez współautorów) szacuję na 80%.
DOI: 10.22630/ASPA.2020.19.3.26
- **p4: Rutkowska G., Ogrodnik P., Fronczyk J., Bilgin A.** Temperature Influence on Ordinary Concrete Modified with Fly Ashes from Thermally Converted Municipal Sewage Sludge Strength Parameters. *Materials*. 2020, 13 (22), No. 5259. A special issue of *Materials* (ISSN 1996-1944). This special issue belongs to the section "*Construction and Building Materials*". IF - 3.057. Mój udział w pracy (potwierdzony przez współautorów) szacuję na 70%.
DOI: 10.3390 / ma13225259

4.2 Omówienie celu naukowego i wyników prac stanowiących osiągnięcie naukowe zgłoszone do postępowania habilitacyjnego

4.2.1. Wprowadzenie

Przygotowana monografia autorska pt.: „*Beton modyfikowany popiołem lotnym z termicznego przekształcania osadów ściekowych*” (2019, Wydawnictwo SGGW, Warszawa) oraz cykl jednotematycznych artykułów dotyczących wykorzystania popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów w technologii betonu stanowią zgłoszone do postępowania habilitacyjnego osiągnięcie naukowe, pod wspólnym tytułem: „***Popiół lotny z termicznego przekształcania osadów ściekowych jako dodatek do produkcji betonu***”. Obejmuje ono podsumowanie wyników przeprowadzonych w ramach działalności statutowej Katedry Inżynierii Budowlanej (obecnie Katedry Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych) i badań własnych prac eksperymentalnych realizowanych we współpracy z Politechniką Lubelską, Szkołą Główną Służby Pożarniczej w Warszawie oraz pracownikami naukowymi z Turcji i Ukrainy.

Badania przygotowanych mieszanek betonowych i dojrzałych betonów, z dodatkami popiołów lotnych, przeprowadzono, wykorzystując aparaturę znajdującą się w Laboratorium Budowlanym Instytutu Inżynierii Lądowej SGGW i Pracowni Procesów Fizycznych w „Laboratorium Centrum Wodne SGGW” w Warszawie. Badania właściwości fizyko-chemicznych popiołów lotnych z termicznego przekształcania przeprowadzono w Laboratorium Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej, natomiast badania wpływu wysokiej temperatury na próbki betonu w laboratorium Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie.

4.2.2. *Tło problemu*

Beton, nazywany niekiedy kamieniem współczesności, jest bezsprzecznie najczęściej wykorzystywanym materiałem kompozytowym spośród wytwarzanych przez człowieka, a drugim po wodzie w całym kompleksie stosowanych materiałów, bez którego współczesne budownictwo nie mogłoby funkcjonować. To materiał o dużym potencjale dostosowania się do określonych warunków eksploatacyjnych - środowiskowych, począwszy od gorącej pustyni przez lody Arktyki po morskie dno, od podziemnych kanałów ściekowych i tuneli po wysokie drapacze chmur. To kompozyt ekologiczny, wytworzony często z miejscowych surowców – kruszywa (jako wypełniacza), cementu (jako spoiwa), wody, domieszek i ewentualnie dodatków mineralnych. To produkt, nie tylko bezpieczny gwarantujący stabilność i nośność danej konstrukcji, ale i produkt zrównoważony, zaawansowany technologicznie. Według szacunków, na świecie rocznie zużywa się ok. 3,5 mld m³ tego materiału. Przemysł betonowy, aby wytworzyć tak dużą ilość mieszanki betonowej potrzebuje ok. 20 mld ton kruszywa, ok. 800 mln m³ wody (ok. 5 % zużycia ogółem), ok. 500 mld MJ energii i jednocześnie wytwarza ok. 7% światowej emisji CO₂. Według danych „*Ready – mixed concrete industry statistics*” (Ready 2019), w Polsce w 2018 roku produkcja betonu wyniosła 25 mln m³, w UE 320,0 mln m³, natomiast w Stanach Zjednoczonych 365,0 mln m³. Do wyprodukowania takiej ilości betonu w Polsce zużyto 18,4 mln ton cementu i 1,5 mln ton dodatków, w UE odpowiednio – 141,3 mln ton cementu i 6,79 mln ton dodatków, natomiast w USA – 98,0 mln ton cementu i 16,0 mln ton dodatków. Polska jest obecnie trzecią, po Niemczech i Włoszech, „siłą” cementową w Europie. W 2019 roku produkcja cementu w Polsce osiągnęła prawie 18,7 mln ton, a betonu 25 mln m³.

Jednym z najważniejszych zagadnień do rozwoju sektora budownictwa jest dalsze dążenie do tego, aby beton stał się materiałem ekologicznym, jeszcze bardziej przyjaznym

dla środowiska. Poszukiwanie takich rozwiązań jest bez wątpienia nieodzowne w przypadku opracowania składu mieszanki betonowej, której dwa składniki kruszywo i cement – przyczyniają się na etapie ich produkcji lub pozyskania do oddziaływań antropopresyjnych. Już dziś w Polsce znajdują się obszary, w których pozyskanie materiałów dobrej jakości do produkcji cementu stanowi problem. Jednocześnie światowa gospodarka każdego roku potrzebuje do produkcji betonu coraz więcej cementu, dla którego nie znaleziono zamiennika. Dużym problemem jest nadal fakt, że podczas produkcji 1 tony cementu wytwarzane jest od 0,5 do 1 tony gazów cieplarnianych, co stanowi według różnych danych 6-8% całkowitej emisji antropogenicznej.

Wprowadzone przez Unię Europejską ograniczenia emisji dwutlenku węgla (cel: zmniejszenie emisji o 55% do 2030 r.) zachęcają do badań nad materiałami nowej generacji, zawierającymi mniejsze ilości klinkieru. W Polsce i Europie popioły lotne krzemionkowe pochodzące ze spalania węgla kamiennego mają szerokie zastosowanie w technologii cementu, a głównie w technologii betonu. O szerokim stosowaniu popiołów lotnych decyduje przede wszystkim ich duża mialkość, zbliżona do cementu, skład chemiczny i fazowy, a w szczególności aktywność pucolanowa. Wykorzystanie popiołów lotnych krzemionkowych do produkcji betonu jest możliwe jedynie, gdy spełnione są wymagania określone w normie PN-EN 450-1:2012. Zgodnie z wymaganiami tej normy łączna zawartość SiO_2 , Fe_2O_3 oraz Al_2O_3 powinna wynosić min. 65% wagowo, w tym zawartość reaktywnego SiO_2 co najmniej 25% masy. Zawartość reaktywnego CaO nie powinna przekraczać 10%, MgO mniej niż 4%, a całkowita zawartość alkaliów obliczana jako zawartość Na_2O (równoważnik) nie powinna być większa niż 5 % masy. Zawartość rozpuszczalnego fosforanu (P_2O_5) nie powinna być większa niż 100 mg/kg. Inne rodzaje popiołów lotnych są wykorzystywane w niektórych krajach europejskich na podstawie krajowego doświadczenia i tradycji. W ostatnich dziesięcioleciach w coraz większej ilości wytwarzane są popioły ze spalarni odpadów komunalnych i spalarni osadów ściekowych.

Widoczny w ostatnich dwudziestu latach dynamiczny rozwój sieci kanalizacyjnych oraz oczyszczalni ścieków komunalnych prowadzi do powstawania coraz większych ilości komunalnych osadów ściekowych. Obecnie sposób ich zagospodarowania podlega Ustawie z dnia 14 grudnia 2012 r. *o odpadach* (Dz.U. 2013, poz. 21) oraz rozporządzeniom wykonawczym i ustawom specyficznym dla ich sposobu powstawania, przeróbki i oddziaływania na środowisko naturalne. Biorąc pod uwagę wprowadzony zakaz możliwości składowania osadów ściekowych od 1 stycznia 2016 r., ich zagospodarowanie stało

się problemem nie tylko technicznym, ekonomicznym, ale również i ekologicznym. Dotąd powstające osady ściekowe trafiały na składowiska lub po wstępnej stabilizacji (tlenowej, beztlenowej, wapnem) były wprowadzane do środowiska, np. jako nawozy czy do robót ziemnych. Jednak ze względu na niebezpieczeństwo sanitarne, dużą masę i uwodnienie, zawsze stanowiły problem techniczny. Biorąc pod uwagę występowanie substancji toksycznych i metali ciężkich, ograniczające możliwość ich wykorzystania w rolnictwie, najwłaściwszym sposobem utylizacji osadów ściekowych są więc metody termiczne. W wyniku tego procesu następuje redukcja objętości odpadu (osadu) oraz uzysk energii cieplnej lub elektrycznej, a także ograniczenie zawartości związków siarki i azotu w spalinach. Materiałem odpadowym, wtórnym powstającym w instalacjach termicznego przekształcania osadów ściekowych, są odpady (popioły lotne) o kodzie 19 01 14, które także wymagają odpowiedniego zagospodarowania. Ze względu na swoje pochodzenie, popioły te charakteryzują się specyficznymi właściwościami (duża zawartość fosforu), niespotykanymi w ubocznych produktach spalania węgla. W myśl idei *Circular Economy*, gospodarki blisko-zero emisyjnej, popioły z osadów ściekowych powinno się traktować jako potencjalny produkt. W Polsce według danych GUS w ostatnich latach zaobserwowano wzrost ilości komunalnych osadów ściekowych przekształcanych termicznie: 2000 r. - 34,1 tys. Mg suchej masy, 2005 r. - 37,4 tys. Mg suchej masy, 2010 r. - 66,4 tys. Mg suchej masy, a w 2015 r. – aż 165,4 tys. Mg suchej masy (GUS 2000, 2005, 2010, 2015 r). Według stanu na koniec czerwca 2010 roku, w Polsce funkcjonowały trzy spalarnie komunalnych osadów ściekowych o łącznej wydajności 37,3 tys. Mg s.m./rok, – a w 2014 roku funkcjonowało już 11 monospalarni komunalnych osadów ściekowych o łącznej mocy przerobowej 160,3 tys. Mg s.m./rok (KPGO 2016). Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami (Dz.U. z 2016, poz. 108), które w zakresie swej regulacji wdrażają dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (EU/2010/75), powstające popioły ze spalania osadów ściekowych po spełnieniu określonych wymogów mogą być wykorzystane do sporządzania mieszanek betonowych na potrzeby budownictwa, z wyłączeniem budynków przeznaczonych do stałego przebywania ludzi lub zwierząt oraz do produkcji lub magazynowania żywności.

Wykorzystanie do produkcji betonu surowców wtórnych – popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych, jest istotne nie tylko z punktu widzenia gospodarczego, ale i środowiskowego. W aspekcie środowiskowym do korzyści wynikających z zastosowania popiołów lotnych można zaliczyć między innymi:

- ograniczenie wykorzystania złóż naturalnych, a co za tym idzie – oszczędność paliw kopalnych i naturalnych surowców oraz ograniczenie dewastacji powierzchni terenu wskutek eksploatacji kruszyw,
- ograniczenie zanieczyszczenia środowiska przez zmniejszenie emisji szkodliwych gazów (dwutlenku węgla),
- zmniejszenie ilości składowanych odpadów,
- odzyskiwanie terenów zajmowanych przez składowiska popiołów.

Jak dotąd, nie opracowano wytycznych odnośnie wykorzystania popiołów ze spalania osadu ściekowego jako surowca mineralnego do produkcji materiałów budowlanych na bazie cementu. Ze względu na zbyt mało zastosowań praktycznych i doświadczeń eksploatacyjnych z użyciem tego rodzaju popiołów, uzyskanie dodatkowych informacji o możliwościach ich zagospodarowania wydaje się więc być w pełni uzasadnione. Skład chemiczny, aktywność pucolanowa oraz uziarnienie popiołu istotnie wpływają na konsystencję i urabialność mieszanki betonowej, a także na proces wiązania i twardnienia kompozytów cementowych.

Nadrzędnym celem naukowym jednotematycznego zbioru opublikowanych prac, była ocena możliwości wykorzystania popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych do produkcji betonów charakteryzujących się dobrymi parametrami wytrzymałościowymi, realizowanej zgodnie z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym. Cel nadrzędny podzielono na trzy cele szczegółowe, determinujące kierunki badań.

Pierwszym celem szczegółowym była analiza właściwości fizyko-chemicznych popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych, ocena wskaźnika aktywności pucolanowej popiołów lotnych oraz ocena oddziaływania popiołów lotnych na środowisko naturalne.

Drugim celem było zaprojektowanie kompozytów betonowych i określenie wpływu dodatku – popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych, na parametry wytrzymałościowe betonu i mrozoodporność, określenie wpływu oddziaływania wysokich temperatur na właściwości zaprojektowanego kompozytu cementowego oraz ocena oddziaływania modyfikowanych betonów na środowisko naturalne w zakresie wymywalności metali ciężkich.

Trzecim celem było opracowanie i ocena modelu materiałowego opisującego wpływ parametrów wejściowych betonów (zawartość popiołu lotnego i wskaźnika W/C) na wybrane cechy użytkowe badanego kompozytu – głównie na wytrzymałość na ściskanie.

Z przeprowadzonej analizy literatury z zakresu kształtowania właściwości betonów z dodatkiem popiołów lotnych oraz z weryfikacji właściwości wykorzystywanych obecnie w kraju popiołów lotnych wynika, iż spośród właściwości popiołów lotnych najistotniejszą rolę w ich aktywności odgrywa mianość ich skład chemiczny (suma zawartości tlenu krzemu, glinu i żelaza) oraz strata prażenia. Receptury mieszanek betonowych zaprojektowano przy zastępujących założeniach:

- poziom dozowania popiołu lotnego ϕ : 0 – 25% masy cementu (stosowano metodę prostego zastępowania cementu popiołem),
- poziom wskaźnika wodno-cementowego: 0,44 – 0,51,
- popiół lotny z termicznego przekształcania osadów ściekowych pochodzący z oczyszczalni ścieków „Czajka” z Warszawy oraz „Płaszów” z Krakowa.

Opisana problematyka oraz sformułowane cele mają zatem bezpośredni związek z dyscypliną naukową *inżynieria lądowa i transport*, i dlatego we wniosku wskazano ją do przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego.

4.2.3. Omówienie wyników prac stanowiących osiągnięcie naukowe

Wskazanie właściwych sposobów zagospodarowania odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych ma szczególne znaczenie w przemyśle materiałów budowlanych. W literaturze poświęconej problematyce wykorzystania takich popiołów lotnych daje się zauważyć pięć głównych trendów. Dotyczą one przede wszystkim wykorzystania popiołów lotnych z osadów ściekowych jako: aktywnego dodatku do cementowych spoiw nieorganicznych – betonu i zapraw, składnika spiekanego kruszywa lekkiego oraz składnika nadmiaru surowcowego do produkcji ceramiki budowlanej, jak również jako składnika mieszaniny surowcowej do produkcji cementu, czy substytutu cementu/piasku w ziemnych konstrukcjach drogowych. Należy zauważyć jednak, że ich stosowanie wiąże się z ograniczeniami wynikającymi z obowiązujących w Polsce przepisów (Dz.U. 2016, poz.108), które w zakresie swej regulacji wdrażają dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady [EU/2010/75], z odmiennym (od popiołów lotnych ze spalania węgla kamiennego i brunatnego) składem fizyko-chemicznym, a co najważniejsze z faktem, że popioły takie zawierają w swym składzie również zanieczyszczenia – metale ciężkie. Na jakość betonu z popiołem z osadów ściekowych ma wpływ jakość i ilość materiału odpadowego

oraz aktywność pucolanowa. Uzyskane przez autorkę i współautorów wyniki badań właściwości popiołów lotnych oraz poszczególnych cech mechanicznych betonu opisano szczegółowo w pracach – m1, p1, p2, p3, p4.

Głównym celem przeprowadzonych prac badawczych przedstawionych w pracy (p1) była ocena możliwości wykorzystania popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych na podstawie analizy porównawczej właściwości mieszanki betonowej i stwardniałego betonu, zawierających popioły lotne z termicznego przekształcania osadów ściekowych oraz popioły lotne krzemionkowe i wapienne, obecnie szeroko stosowane w technologii produkcji betonu. Uzyskane wyniki badań odniesiono do próby zerowej, nie zawierającej w swoim składzie popiołów lotnych. Popiół lotny z termicznego przekształcania osadów ściekowych pochodził z warszawskiej oczyszczalni ścieków „Czajka”, z okresu wiosennego. W pracy opisano metodykę badawczą prac eksperymentalnych i przeprowadzono następujące badania:

- właściwości fizyko-chemiczne popiołów lotnych z osadów ściekowych, analizę składu chemicznego, mineralnego, rozkładu uziarnienia, gęstość objętościową,
- właściwości mieszanki betonowej - konsystencja, zawartość powietrza, gęstość,
- wytrzymałość na ściskanie oraz mrozoodporność próbek po stwardnieniu,
- wymywalność metali ciężkich z betonu.

Z przeprowadzonych badań wynika, że straty prażenia (LOI-loss ignition) popiołu lotnego z termicznego przekształcania komunalnych osadów ściekowych (0,5%), wyrażająca zawartość niespalonego węgla w próbce, była wyraźnie niższa w stosunku do popiołu wapiennego (2,1%) i krzemionkowego (8,3%). Związane jest to z technologią spalania w piecu fluidalnym oraz wyższej temperatury spalania, przekraczającej 850°C. Największy udział procentowy składu w próbkach popiołu z osadów oraz popiołu wapiennego stanowiły tlenki krzemu, glinu i wapnia, natomiast w próbce popiołu krzemionkowego – tlenki krzemu i glinu. Ponadto, suma zawartości dwutlenku krzemu (II) (SiO_2), tlenku glinu (III) (Al_2O_3) i tlenku żelaza (II) (Fe_2O_3) w popiołach lotnych z osadów ściekowych była około dwukrotnie niższa w stosunku (35,4%) do popiołów konwencjonalnych (wapienny – 67,7%, krzemionkowy – 82,3%) i nie spełniała wymagań zawartych w normie PN-EN 450-1+A1:2012, która dotyczy jednak popiołów lotnych krzemionkowych uzyskiwanych podczas spalania węgla lub współspalania węgla z odpadami. Zaobserwowano również wielokrotnie wyższą zawartość fosforanów P_2O_5 (18,15%) w stosunku do popiołów konwencjonalnych (wapienny – 0,2%, krzemionkowy – 0,5%). Wynika to z usuwania fosforu ze ścieków i kumulowaniu go w osadzie

ściekowym. W składzie mineralnym popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych dominuje kwarc i anhydryt, a uzupełniają fosforany, występujące w formie apatytu i fluoroapatytu. Analizy chemiczne w mikroobszarze (SEM-EDS) wykazały zróżnicowanie składu pierwiastkowego popiołu. Dominowały ziarna o składzie chemicznym: krzem, glin, fosfor i wapń, obok których występowały ziarna zawierające krzem i glin. Rozkład uziarnienia badanych popiołów lotnych jest monomodalny, z maksimum dla wartości 100 μm , ziarna o średnicy od 2 do 250 μm stanowią ponad 91% obj.. Gęstość właściwa popiołu wyniosła 1,826 kg/dm^3 , a gęstość nasypowa 0,9454 kg/dm^3 . Popioły pochodzące ze spalania osadów wykazały niższą aktywność pucolanową (na poziomie 92%) niż popiół lotny węglowy (97%), jednakże osiągnęły wymagane wartości wskaźników (75%), co pozwala zakwalifikować je do aktywnych dodatków mineralnych.

Gęstości mieszanki betonowej poszczególnych próbek były zbliżone i mieściły się w przedziale od 2310 do 2376 kg/m^3 , dla wszystkich próbek zawierających popioły lotne uzyskano konsystencję K2. Największą zawartość powietrza zanotowano w mieszance z dodatkiem popiołu z osadów ściekowych (3,8%), natomiast najmniejszą dla próbki z popiołem wapiennym (2,4%). Największą wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, równą 47,4 MPa, uzyskały próbki betonu, w których wymieniono w ilości 15% cementu na popiół lotny krzemionkowy, natomiast najmniejszą wytrzymałość równą 35,4 MPa – próbki, w których cement wymieniono na popiół wapienny w ilości 5%. W odniesieniu do betonu porównawczego, wzrost wytrzymałości betonu wynosił 14,8%, natomiast spadek wytrzymałości betonu wynosił 14,3%. Największą wytrzymałość na ściskanie po 56 dniach uzyskał beton z popiołem krzemionkowym (15%), natomiast najmniejszą beton z popiołem wapiennym (15%). Ponadto, zauważono, że najmniejszą wytrzymałość na ściskanie uzyskał beton z popiołem wapiennym, a największą beton z popiołem krzemionkowym. Zastąpienie części cementu na popiół z termicznego przekształcenia osadów ściekowych wpłynęła na wzrost wytrzymałości na ściskanie w porównaniu do betonu referencyjnego. Rozpatrując wytrzymałość na ściskanie próbek po 150 cyklach mrożenia zauważono, że najwytrzymalsze były próbki z 15% zawartością popiołu ze spalania komunalnych osadów ściekowych, tak jak w przypadku świadków (próbek nie poddanych mrożeniu). Średnia wytrzymałość betonu wynosiła tu 49,1 MPa. Najmniejszą wytrzymałością po 150 cyklach mrożenia charakteryzował się beton z 15% zawartością popiołu krzemionkowego – 35,1 MPa. Najniższy spadek wytrzymałości nastąpił dla próbki z 15% udziałem popiołu z komunalnych osadów ściekowych, zaś najwyższy dla próbki z 15%

udziałem popiołu krzemionkowego. Betony popiołowe, zawierające popiół lotny z termicznego przekształcania komunalnych osadów ściekowych, charakteryzowały się najwyższą mrozoodpornością.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami (Dz.U. 2016, poz.108) wdrażającymi dyrektywę [EU/2010/75], popioły powstające ze spalania osadów ściekowych mogą być wykorzystane do sporządzania mieszanek betonowych, jeśli stężenie metali ciężkich w wyciągach wodnych z badania wymywalności tych metali z próbek betonowych nie przekracza 10 mg/L, łącznie w przeliczeniu na masę pierwiastków. Stężenia te we wszystkich badanych próbkach nie przekraczały wartości dopuszczalnej. Łączne stężenia metali ciężkich, wymywanych z popiołu z termicznego przekształcania osadów ściekowych oraz z próbek betonów zawierających ten popiół, wskazują na możliwości jego wykorzystania do produkcji betonu. Są one jednak wyższe od stężeń uzyskiwanych dla próbek betonowych zawierających popioły krzemionkowe i wapienne.

Uzyskane wyniki potwierdzają możliwość wykorzystania popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych do produkcji betonu. Betony zawierające popiół z osadów cechowały się porównywalną wytrzymałością na ściskanie do wytrzymałości betonu zawierającego popioły lotne krzemionkowe oraz większą od wytrzymałości betonów referencyjnych i zawierających popioły lotne wapienne. Wykazano, że omawiany rodzaj popiołu lotnego (z osadów ściekowych) nie wpływa negatywnie na środowisko naturalne (brak wymywalności metali ciężkich).

Praca ta stanowiła podstawę do rozpoczęcia dalszych badań z wykorzystaniem popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych do produkcji betonu. W celu wyjaśnienia wpływu modyfikacji betonu popiołem lotnym z termicznego przekształcania osadów ściekowych, w pierwszej części pracy (m1) przedstawiono definicje i klasyfikację popiołów lotnych, mechanizm działania tego dodatku jako modyfikatora betonu, oraz proces hydratacji popiołów. Opisano charakterystykę i skład wykorzystywanych obecnie popiołów lotnych krzemionkowych i wapiennych oraz podano uwarunkowania prawne stawiane popiołom lotnym do betonu. W kolejnej części opisano założenia i program badań własnych oraz przedstawiono analizę uzyskanych wyników. Przeprowadzoną analizę uzyskanych wyników opracowano dla trzech klas betonu: C20/25, C16/20 i C25/30, w których cement zastępowano w różnych ilościach popiołem lotnym z termicznego przekształcania osadów (5-25%).

W zakresie badań popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych, celami były:

- analiza właściwości fizyko-chemicznych popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych,
- ocena wskaźnika aktywności pucolanowej popiołów lotnych,
- ocena oddziaływania popiołów lotnych na środowisko naturalne.

W zakresie badań właściwości technicznych (mechanicznych) betonów celami były:

- analiza i ocena wpływu dodatku popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych na wytrzymałość na ściskanie, głębokość penetracji wody pod ciśnieniem oraz mrozoodporność,
- ocena modyfikacji betonów wytworzonych na bazie popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych, w porównaniu do betonów zawierających popiół lotny krzemionkowy i wapienny,
- ocena oddziaływania modyfikowanych betonów na środowisko naturalne w zakresie wymywalności metali ciężkich.

W zakresie modeli materiałowych celem było:

- opracowanie i ocena modelu materiałowego opisującego wpływ parametrów wejściowych betonów (zawartość popiołu lotnego i W/C) na wybrane cechy użytkowe badanego kompozytu – wytrzymałość na ściskanie.

Z badań popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych wynika, że największy udział procentowy w próbkach popiołu z osadów ściekowych stanowiły tlenki: krzemu, wapnia, fosforu i glinu. Ponadto, suma zawartości dwutlenku krzemu (II) (SiO_2 – 25,54%), tlenku glinu (III) (Al_2O_3 – 18,98%) i tlenku żelaza (II) (Fe_2O_3 – 7,77%) wyniosła 52,29% i była większa w porównaniu do wyników przedstawionych w pracy (p1), jednak nadal nie spełniała wymagań zawartych w PN-EN 450-1:2012. W składzie mineralnym popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych dominują kwarc i anhydryt oraz fosforany w formie apatyty i fluoroapatyty. Popioły pochodzące ze spalania osadów ściekowych wykazały niższą aktywność pucolanową niż popiół lotny pochodzący ze spalania węgla w tym samym okresie. Jednakże osiągnęły wymagane wartości tego wskaźnika po dłuższym okresie dojrzewania (85%), co pozwala zakwalifikować je do aktywnych dodatków mineralnych. Biorąc pod uwagę aktywność pucolanową popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych w badaniach eksperymentalnych, w celu zbadania wpływu tego dodatku na rozwój wytrzymałości na ściskanie, założono większą liczbę okresów dojrzewania próbek

betonowych. Na podstawie analizy wyników badań wytrzymałości na ściskanie zaobserwowano, że dodane do betonu popioły lotne wapienne, krzemionkowe i z termicznego przekształcania osadów ściekowych modyfikują skład betonu i w różny sposób wpływają na wytrzymałość na ściskanie wytworzonych betonów. Największe parametry wytrzymałościowe zaobserwowano dla betonu z dodatkiem popiołu krzemionkowego, natomiast najmniejsze dla betonu z dodatkiem popiołu wapiennego. Dodatek popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych, w ilości do 25% masy cementu, wpływa w istotny sposób na zmianę parametrów technicznych betonów. W zakresie zawartości do 20% popiołu mogą być stosowane, jako częściowy zamiennik cementu. W przyszłości może to przyczynić się do szerszego ich zastosowania w budownictwie oraz zmniejszenia produkcji cementu i ograniczenia emisji CO₂. Istotny wpływ, na uzyskane wyniki badań, betonów z dodatkiem popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych, ma czas dojrzewania wytworzonych kompozytów. W pierwszych dniach dojrzewania dodatek popiołu z osadów obniża wytrzymałość na ściskanie. Jest to związane z opóźnioną aktywnością pucolanową popiołów, która rozwija się w późniejszym okresie dojrzewania betonów. Po 56 dniach dojrzewania (i dłuższym czasie) badane betony charakteryzowały się już bardzo zbliżonymi parametrami wytrzymałościowymi. Beton zawierający popiół ze spalania komunalnych osadów ściekowych uzyskał najlepsze parametry wytrzymałościowe po 150 cyklach zamrażania i odmrażania. Zaobserwowano dla niego mniejsze spadki wytrzymałości na ściskanie wraz ze wzrostem zawartości popiołów lotnych ze spalania komunalnych osadów ściekowych w betonie. W przypadku popiołu krzemionkowego i wapiennego poziom wymywalności metali ciężkich z próbek betonowych zawierających te popioły był niższy niż z samych popiołów. Wymywalność metali z próbek betonowych z dodatkiem popiołu lotnego z termicznego przekształcenia osadów ściekowych była wyższa niż z samego popiołu, ale nie przekraczała wartości granicznych przyjętych dla odpadów obojętnych. Wymywalność metali ciężkich z próbek z zawartością popiołów lotnych jest porównywalna lub niższa w porównaniu do betonu bez dodatku popiołów lotnych. Najmniejszą wymywalność zaobserwowano dla popiołu lotnego krzemionkowego. Dla popiołu wapiennego i z termicznego przekształcania osadów ściekowych wymywalność metali była na porównywalnym poziomie. Stopień dopasowania uzyskanych modeli materiałowych badanych betonów określany współczynnikiem determinacji wynoszący powyżej 0,70 jest zadowalającym rezultatem. Analizując wykresy funkcji obrazujące zależność wytrzymałości na ściskanie od parametru składu, zauważyć można, że najbardziej korzystne

z punktu widzenia wzrostu wytrzymałości jest stosowanie proporcji dodatku do cementu w ilości do 0,25.

Właściwości popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych w dużej mierze zależą od składu doprowadzanych do oczyszczalni ścieków komunalnych, technologii oczyszczania oraz procesu spalania i rodzaju kotła. W celu dalszego poznania wpływu tego rodzaju popiołów lotnych na parametry wytrzymałościowe betonów wytworzonych z ich udziałem, do kolejnych badań wykorzystano popioły lotne z osadów ściekowych pochodzących z oczyszczalni ścieków „Czajka” w Warszawie z okresu jesienno.

W badaniach zawartych w publikacji (p2), wykorzystując cement portlandzki CEMI 32.5, a także kolejną „partię” popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych w ilości od 5% do 25% masy cementu, zaprojektowano kompozyt betonowy tej samej klasy C20/25 i konsystencji K2. Sprawdzono skład fizyko-chemiczny popiołów lotnych, ich aktywność pucolanową, oraz wytrzymałość na ściskanie w 28 i 56 dniach dojrzewania. Podobnie jak w poprzednich badaniach popiołu lotnego, największy udział procentowy miały tlenki krzemu, glinu i wapnia oraz fosforu. Sumy zawartości: tlenku żelaza (II), tlenku krzemu (IV) i tlenku glinu (III) była równa 53% i popioły te nie spełniały wymagań zawartych w normie PN-EN 450-1: 2012. Na podstawie badania w mikroobszarze (SEM-EDS) analizy chemicznej zauważono dominację ziarna zawierającego w składzie chemicznym: żelazo, glin, krzem, wapń i potas. Gęstość ziaren określona według PN-EN 1097-7: 2008 wyniosła 2530 kg/m^3 , miałość określona według PN-EN 451-2:2017-06 wyniosła 50,3%. Wskaźnik aktywności badanych popiołów z osadów ściekowych po 28 dniach dojrzewania wyniósł 68,7%, natomiast po 90 dniach 79,9%. Zauważono, że po 28 dniach dojrzewania wykonane betony uzyskały założoną klasę betonu C20/25. Zastąpienie cementu popiołem lotnym z komunalnych osadów ściekowych w ilości 10-20% wpływa korzystnie na wzrost wytrzymałości na ściskanie w badanych okresach dojrzewania, w porównaniu do parametrów betonu referencyjnego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że stopień dopasowania funkcji materiałowych do przyjętych danych eksperymentalnych, wyrażony za pomocą współczynnika determinacji R^2 , przyjmuje wartości większe od 0,79. Jest to rezultat zadawalający, który pozwala wnioskować, że wykorzystany popiół lotny ma korzystny wpływ na wytrzymałość na ściskanie badanych kompozytów. Analizując zależności wytrzymałości na ściskanie od zawartości popiołu lotnego, można zauważyć, że z punktu widzenia wzrostu wytrzymałości najbardziej korzystna jest proporcja popiołu lotnego do cementu w ilości 0,25.

W publikacji (p3) przedstawiono wyniki badań wpływu właściwości fizyko-chemicznych popiołu lotnego z komunalnych osadów ściekowych na parametry wytrzymałościowe i mrozoodporność betonów. Jako częściowy zamiennik cementu wykorzystano dodatek - popiół lotny z pochodzący z fluidalnego spalania komunalnych osadów ściekowych w oczyszczalni ścieków „Czajka” w Warszawie oraz oczyszczalni „Płaszów” w Krakowie. W celu porównania właściwości betonów zwykłych wytworzonych w tradycyjny sposób oraz betonów zawierających w swoim składzie popiół lotny z termicznego przekształcania osadów ściekowych, przygotowano trzy rodzaje próbek betonów: bez dodatku, z dodatkiem popiołu z Warszawy w ilości od 5% do 20% oraz z dodatkiem popiołu z Krakowa w ilości od 5% do 20%. Badania wykazały, że strata przy prażeniu popiołu lotnego w piecu fluidalnym w temperaturze przekraczającej 850°C, wyrażająca zawartość niespalonego węgla w próbce, była niska i wynosiła dla popiołu z Krakowa 0,7%, a dla Warszawy 0,5%. Największy udział procentowy stanowiły tlenki krzemionki (Kraków 32,21%, Warszawa 23,76%) oraz wapnia (Kraków 11,9%, Warszawa 18,64%). Zaobserwowano również dużą zawartość fosforanów (Kraków 18,91%, Warszawa 23,09%). Dodatkowo, suma zawartości tlenku krzemu (IV) (SiO_2), tlenku glinu (III) (Al_2O_3) i tlenku żelaza (III) (Fe_2O_3) w popiołach lotnych z osadów ściekowych była niższa w stosunku do popiołów konwencjonalnych uzyskiwanych podczas spalania węgla lub współspalania węgla. Zaobserwowano, że suma wspomnianych tlenków była większa dla popiołu z Krakowa i wynosiła 57,71%, a dla popiołu z Warszawy jedynie 46,14%, natomiast zawartość reaktywnego tlenku krzemu oraz tlenku wapnia wynosiła odpowiednio 15,24% i 10,89% dla popiołu z Krakowa oraz 13,32% i 14,74% dla popiołu z Warszawy. Przypuszcza się, że zawarte w popiele jony fosforanowe oraz strata prażenia wpływają na wytrzymałość na ścislenie betonów wytworzonych z popiołem lotnym z termicznego przekształcenia osadów ściekowych. Zróżnicowany skład chemiczny popiołów lotnych pozwala jednak na wytworzenie betonów popiołowych spełniających normatywne wymagania wytrzymałościowe. Rozkład objętościowy poszczególnych frakcji ziarnowych w badanych popiołach jest zbliżony. Ziarna o średnicy od 2 do 250 μm stanowią ponad 91% objętości. Dominujące frakcje ziarnowe w tym zakresie to 20-50 μm (Kraków 25,01%, Warszawa 27,25%), 50-100 μm (Kraków 28,12%, Warszawa 29,39%) i 100 -250 μm (Kraków 27,75%, Warszawa 22,89%). Gęstość właściwa popiołu określona wg PN-EN 1097-07:2008 wyniosła 2780 kg/m^3 dla popiołu z Krakowa i 2530 kg/m^3 dla popiołu lotnego z Warszawy, natomiast mialkość zbadana według PN-EN 451-2:2017-06 wyniosła odpowiednio 46,2% i 50,3%. Wskaźnik aktywności po 28 dniach dojrzewania dla popiołu z Krakowa wyniósł 71,6%,

a dla popiołu z Warszawy 68,5 %, natomiast po 90 dniach dojrzewania wskaźnik uzyskał wartość dla popiołu z Krakowa 83,4% i 79,3% dla popiołu z Warszawy. Natomiast biorąc pod uwagę normę ASTM C379-65T, aktywność pucolanowa popiołów lotnych określona jest na podstawie sumy zawartości reaktywnego tlenku glinu i krzemu. Popiół lotny wykazuje aktywność pucolanową, gdy suma ta wynosi powyżej 20%. Aktywność pucolanowa ustalona na podstawie przeprowadzonych badań dla obydwu popiołów przekroczyła nieznacznie 20%. Biorąc pod uwagę skład chemiczny wykorzystanych popiołów lotnych zauważono, że większe wartości wytrzymałości na ściskanie uzyskano dla betonu w którym zastosowano popiół lotny z Krakowa, niż dla betonu z popiołem z Warszawy. Mniejsze stężenie związków P_2O_5 , CaO , SiO_2 i Al_2O_3 oraz większe SiO_2 , Al_2O_3 i Fe_2O_3 , powoduje wzrost wytrzymałości wytworzonych betonów. Właściwości pucolanowe oraz skład chemiczny (krzem, żelazo, wapń, glin, magnez, fosfor) popiołów z osadów ściekowych wykorzystywanych jako zamiennik części cementu portlandzkiego w betonach, wykazują analogię do tradycyjnych dodatków mineralnych. Betony popiołowe zawierające popiół lotny z termicznego przekształcania komunalnych osadów ściekowych z Krakowa charakteryzowały się najwyższą mrozoodpornością.

Problem wykorzystania odpadów – popiołów lotnych podjęto także w pracy (p4), w której przeprowadzono badania składu fizyczno-chemicznego popiołów lotnych pochodzących z oczyszczalni ścieków z Krakowa, wytrzymałość na ściskanie, mrozoodporność oraz odporność na wysoką temperaturę. Próbkę do badań wykonano z mieszanek betonowych z cementem portlandzkim CEM I 42,5 i popiołem w ilości od 2,5% do 20%. Część próbek poddano wstępnemu wygrzewaniu w temperaturach 300°C, 500°C oraz 700°C. Zaobserwowano, że wykorzystane popioły lotne z termicznego przekształcania osadów ściekowych pochodzące z oczyszczalni ścieków z Krakowa charakteryzowały się lepszym (wymagana suma tlenków większa) składem chemicznym niż popioły zastosowane we wcześniejszych badaniach, pochodzące z oczyszczalni ścieków w Warszawie. Suma zawartości dwutlenku krzemu, tlenku glinu i tlenku żelaza była równa 57,71%. Wskaźnik aktywności zastosowanych popiołów po 28 dniach dojrzewania wyniósł 68,9%, natomiast po 90 dniach 78,9%. Średnia wytrzymałość na ściskanie betonu modyfikowanego 20% popiołem lotnym z termicznego przekształcania osadów ściekowych ustalono odpowiednio na 50,12 MPa, 50,61 MPa i 50,80 MPa po 28, 56 i 90 dniach dojrzewania. Przyrost wytrzymałości w czasie spowodował zwiększenie klasy betonu z C20/25 na C35/40. Badania wykazały, że betony zawierające w swoim składzie popiół w ilości 2,5% - 15% są mrozoodporne. Beton zawierający popiół z komunalnych osadów ściekowych uzyskał najlepsze parametry wytrzymałościowe

po 150 cyklach zamrażania i odmrażania. Zaobserwowano nieznaczny wzrost wytrzymałości na ściskanie wraz ze wzrostem zawartości popiołów lotnych z komunalnych osadów ściekowych w zakresie od 2,5% do 15%. Obciążając próbki betonu temperaturą 300°C zaobserwowano wzrost wytrzymałości na ściskanie o 3 MPa dla betonu FA 5% oraz o 9 MPa dla betonu. BZ Wzrost temperatury do 700°C spowodował we wszystkich kompozytach spadek wytrzymałości w przedziale 31% (BZ) – 61% (FA15%). Działanie temperatury wywołało zniszczenie struktury badanego betonu, pojawiły się widoczne rysy na jego powierzchni.

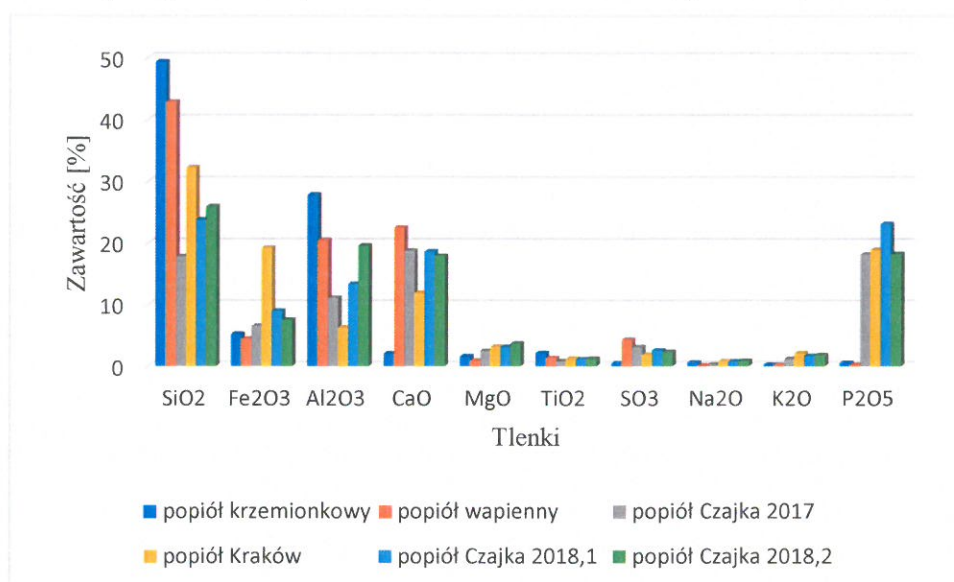
4.2.4. Podsumowanie osiągnięcia naukowego

Oryginalność pracy habilitacyjnej dotyczy wykorzystania popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych jako dodatku w produkcji betonu. Stanowiący komplementarny cykl publikacji, monografia (m1) oraz artykuły (p1 - p4), mają użyteczne znaczenie dla gospodarki kraju oraz ochrony środowiska naturalnego.

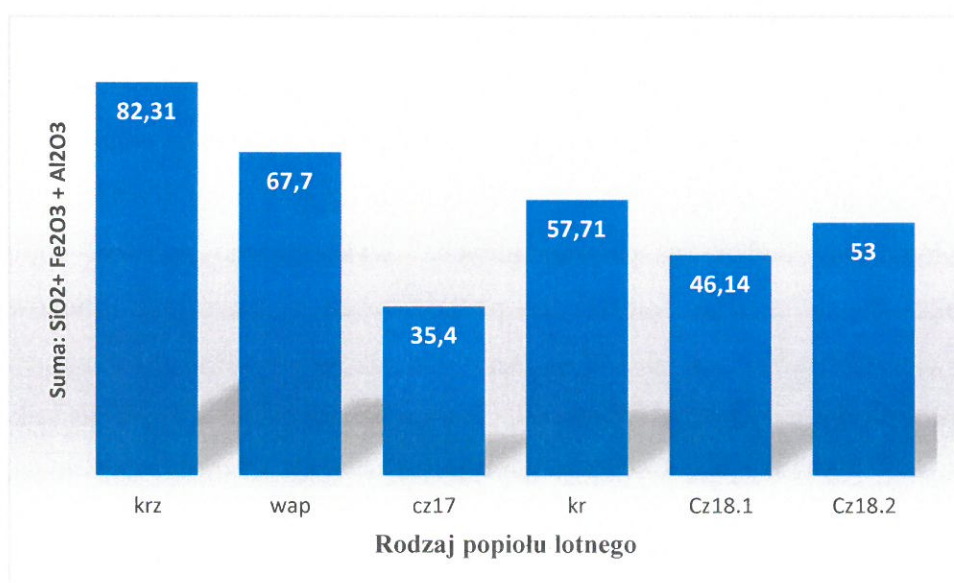
Ścieki komunalne dostarczane do oczyszczalni ścieków, stanowią przede wszystkim mieszaninę ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych, zasilanych także wodami opadowymi i wodami infiltrującymi z gruntu. Charakterystyka jakościowo-ilościowa takich ścieków zależy od rodzaju i stanu kanalizacji, ilości zużytej wody, uprzemysłowienia miasta czy standardu życia mieszkańców. Zarówno ilość i skład ścieków, jakie dopływają do oczyszczalni ścieków, ulegają na ogół zmianom w cyklu dobowym, tygodniowym, miesięcznym i rocznym. Ważną i obowiązującą z tego powodu regułą jest, że *nie istnieje typowy skład i typowa jakość ścieków komunalnych, a tym samym nie istnieje typowy skład powstających podczas termicznego przekształcania osadów ściekowych - popiołów lotnych.*

Kluczowym zagadnieniem dla wartości naukowej badań wpływu popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych na właściwości betonu, było określenie zakresu zmienności właściwości tych popiołów i wykonanie badań ich wpływu na właściwości betonu w zakresie odpowiadającym tej zmienności. W celu dokonania analizy zmienności właściwości popiołów do badań eksperymentalnych, wykorzystano popiół lotny z termicznego przekształcenia osadów ściekowych pochodzących z oczyszczalni ścieków: „Czajka” w Warszawie i „Płaszów” z Krakowa, pobierany w różnych okresach eksploatacji. Dla każdej partii popiołu wykonano analizę właściwości fizykochemicznych i ocenę wskaźnika aktywności pucolanowej. Na podstawie wyników uzyskanych w toku realizacji osiągnięcia naukowego, można zaproponować następujące wnioski:

1. Popioły z termicznego przekształcania osadów ściekowych wykazały odmienny skład chemiczny w porównaniu do popiołów krzemionkowych i wapiennych. Największy udział procentowy w próbkach popiołu z osadów ściekowych stanowiły tlenki krzemu, wapnia, fosforu i glinu, natomiast w próbce popiołu wapiennego – tlenki krzemu, wapnia i glinu, a w próbce popiołu krzemionkowego – tlenki krzemu i glinu – (rysunek 1). Suma zawartości tlenku krzemu (IV) (SiO_2), tlenku glinu (III) (Al_2O_3) i tlenku żelaza (III) (Fe_2O_3) w popiołach lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych, była prawie dwukrotnie niższa w porównaniu do popiołów konwencjonalnych i nie spełniała wymagań zawartych w PN-EN 450-1:2012 – (rysunek 2).



Rys. 1. Skład chemiczny poszczególnych popiołów lotnych



Rys. 2. Sumy % zawartości tlenku krzemu, żelaza i glinu dla badanych popiołów lotnych.

2. Aktywność pucolanowa popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych nie spełnia wymagania normy PN-EN 450-1:2012. Popioły te wykazały niższą aktywność pucolanową niż popiół lotny pochodzący ze spalania węgla w tym samym okresie. Jednakże osiągnęły one wymagane wartości wskaźników (85%), po dłuższym okresie dojrzewania, co pozwala zakwalifikować je do aktywnych dodatków mineralnych..
3. Zróżnicowany skład ziarnowy popiołów lotnych ma istotne znaczenie podczas ich stosowania do betonów. Podstawowe zmiany jakie wywołuje dodatek popiołu w świeżej mieszance, związane są z wodożądnością i urabialnością. Wysoka miałkość popiołu wpłynęła negatywnie na urabialność mieszanki betonowej. Mała zawartość niespalonego węgla (strata prażenia) zmniejsza wodożądność popiołu oraz zwiększa mrozodporność betonów wytworzonych z udziałem popiołów z osadów ściekowych. Gęstość właściwa popiołu określona wg PN-EN 1097-07:2008 wyniosła 2780 kg/m³ dla popiołu z Krakowa i 2530 kg/m³ dla popiołu lotnego z Warszawy, natomiast miałkość zbadana według PN-EN 451-2:2017-06 wyniosła odpowiednio 46,2% i 50,3% - tabela 1.

Tab.1. Zestawienie wyników właściwości popiołów lotnych

Wyszczególnienie	Popiół z Krakowa	Popiół z Warszawy
Strata przy prażeniu [-]	0,50	0,53
Miałkość [%]	46,20	50,3
Gęstość ziaren kg/m ³	2780	2530
Zawartość siarczanów [%]	1,78	2,61
Zawartość wolnego tlenku wapnia [%]	0,08	0,09
Zawartość reaktywnego tlenku wapnia [%]	10,89	14,74
Zawartość reaktywnego dwutlenku krzemu [%]	15,24	13,32

4. Konsekwencją zbyt wysokiej zawartości jonów fosforanowych jest znaczne spowolnienie hydratacji cementu w betonach na bazie tego dodatku. Stąd wynika również wydłużony początek wiązania zaczynu na bazie rozpatrywanego dodatku. Obecność dodatku mineralnego pozwala zachować wyjściową płynną konsystencję świeżej mieszanki przez znacznie dłuższy czas w porównaniu do mieszanki referencyjnej. Zdolność do zachowania właściwości wyjściowych świeżej mieszanki przez dłuższy czas może być wykorzystana przy organizacji robót betonowych

i stosowanych metodach wbudowania (zwiększenie odległości na jaką można transportować mieszankę do miejsca wbudowania).

5. Właściwości reologiczne mieszanki betonowej, przez które rozumie się wysoką płynność oraz lepkość warunkującą stabilność mieszanki, czyli barak segregacji kruszywa i wytrącania się zaczynu, zależą od stosunku W/C, dodatku popiołu lotnego. Zgodnie z oczekiwaniami, zwiększenie stosunku W/C, bądź zmniejszenie ilości dodatku popiołu, powoduje zwiększenie rozplywu i jednocześnie zmniejszenie czasu rozplywu mieszanki.
6. Biorąc pod uwagę skład chemiczny wykorzystanych popiołów lotnych, zauważono, że większe wartości wytrzymałości na ściskanie uzyskano dla betonu, w którym zastosowano popiół lotny z Krakowa, niż dla próbek betonu z popiołem z Warszawy. Mniejsze stężenie związków P_2O_5 , CaO , SiO_2 i Al_2O_3 oraz większe SiO_2 , Al_2O_3 i Fe_2O_3 , powoduje wzrost wytrzymałości na ściskanie wytworzonych betonów.
7. Wzrost zawartości popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych opóźnia i spowalnia rozwój wytrzymałości we wczesnych okresach dojrzewania. Mniejsze zastąpienie cementu przez popiół w mieszance betonowej powoduje w betonie we wczesnych okresach dojrzewania przyrost wytrzymałości porównywalny z betonem referencyjnym, natomiast przy większej wymianie cementu na popiół przyrost ten jest mniejszy. Wpływ na zmniejszenie przyrostu ma wzrastającą ilość fosforanów zawarta w popiołach lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych.
8. Dodatki mineralne modyfikują skład betonów wyprodukowanych z ich udziałem i mają wpływ na ich parametry techniczne, w tym na głębokość penetracji wody pod ciśnieniem i mrozoodporność. Na podstawie analizy wyników badań własnych zaobserwowano zmniejszającą się głębokość penetracji wody pod ciśnieniem dla wszystkich rodzajów wykorzystanych popiołów lotnych wraz ze wzrostem udziału procentowego dodatku. Próbki betonu poddane 150 cyklom zamrażania i odmrażania oraz działaniu wody, uzyskały stopień mrozoodporności F150.
9. Na bazie kruszywa otoczkowego frakcji 0 – 16 mm, cementu portlandzkiego i dodatku popiołu lotnego z osadów ściekowych jako substytutu spoiwa, możliwe jest zaprojektowanie betonów charakteryzujących się wysoką wytrzymałością i odpornością na działanie wysokich temperatur występujących w czasie pożarów. Podczas wykonania badań obciążeń termicznych próbek sześciennych 10/10/10 cm dochodziło do zjawiska eksplozyjnego *spallingu* - łuszczenia. Zjawisko

to było najbardziej intensywne dla próbek wykonanych z mieszanki referencyjnej. Z badań wynika, że zjawisko to występowało w mniejszym zakresie dla betonów wykonanych z dodatkiem popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych.

10. Biorąc pod uwagę normy środowiskowe oraz specyfikację techniczną, można stwierdzić, że wykorzystanie popiołu z osadu ściekowego w materiałach budowlanych wydaje się możliwe. We wszystkich badanych próbkach sumaryczne stężenia metali ciężkich w przeliczeniu na masę pierwiastków nie przekraczały wartości dopuszczalnej. Wymywalność z próbek betonowych z dodatkiem popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych była wyższa niż z samego popiołu, ale nie przekraczała wartości granicznych przyjętych dla odpadów obojętnych. Wymywalność metali ciężkich z próbek z zawartością popiołów lotnych jest porównywalna lub niższa w stosunku do betonu bez dodatku popiołów lotnych.
11. Przedstawione modele materiałowe zależności 28, 56 dniowej wytrzymałości na ścislenie betonów z dodatkiem popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych od procentu zastąpienia cementu popiołem wskazują na zależność liniową. Wytrzymałość betonu w sposób liniowy zależy od wskaźnika wodno-cementowego oraz procentu zastąpienia cementu. Przy zastosowaniu zasad postępowania, takich jak w niniejszym opracowaniu modele mogą stanowić podstawę do optymalizacji składu betonu (dla klasy betonu C20/25, współczynnika W/C – 0.44-0.50, oraz zawartości popiołu 0-25%).

Analizując zastosowanie popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych do produkcji betonu, można stwierdzić, że mogą one być w coraz większym stopniu traktowane jako cenny dodatek – częściowy zamiennik cementu.

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

5.1 Działalność naukowo-badawcza i dydaktyczna przed uzyskaniem stopnia doktora (1995-2000)

W 1995 roku ukończyłam studia magisterskie na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Zostałam przyjęta na stanowisko asystenta w Zakładzie Budownictwa Wiejskiego i jednocześnie oddelegowana na stacjonarne studia doktoranckie. Moja działalność dydaktyczna w tamtym okresie obejmowała prowadzenie zajęć ze studentami studiów stacjonarnych i niestacjonarnych w ramach kierunku budownictwo. Zakres przedmiotów obejmował: budownictwo rolnicze, budownictwo ogólne i materiały budowlane. W ramach studiów doktoranckich realizowałam obowiązujący w nich program. Brałam czynny udział w pracach naukowo-badawczych związanych z tematyką mojej pracy doktorskiej - „*Kształtowanie zabudowy współczesnych zagród rolniczych*”. Prowadziłam badania terenowe w gospodarstwach wiejskich ukierunkowanych na hodowlę bydła w dawnym woj. radomskim. W 2000 roku uzyskałam stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie Kształtowanie Środowiska na Wydziale Inżynierii i Kształtowania Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

W tym okresie opublikowałam trzy oryginalne artykuły naukowe:

Pisarski M., Górecka (**Rutkowska**) G. Badania zabudowy gospodarstw rolnych w środkowej Polsce. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1996.

Pisarski M., Górecka (**Rutkowska**) G. Bloczki z betonu komórkowego wysokiej jakości. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1997.

Kierunki planowania przestrzennego i architektury współczesnej wsi. IX Konferencja Naukowa – Wieś Polska w Nowym Stuleciu. Białystok-Wigry, 19-21 maja 2000 roku. **Rutkowska G.** Kształtowanie zabudowy siedliska rolniczych w dostosowaniu do wymogów produkcji rolnej, 156-161.

5.2. Działalność naukowo-badawcza i dydaktyczna po uzyskaniu stopnia doktora (od 2000)

Moja działalność naukowo-badawcza, poza pracami związanymi z cyklem publikacji opisanym w punkcie 4, dotyczyła również trzech ważnych zagadnień. Pierwszym z nich było badanie nad kształtowaniem zabudowy zagród rolniczych w dostosowaniu do produkcji rolnej, które zarazem było kontynuacją badań prowadzonych na potrzeby pracy doktorskiej. Po obronie pracy doktorskiej temat kontynuowałam w ramach pracy statutowej. Dzięki współpracy z Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, zakres powyższych badań został w znacznym stopniu rozszerzony. Właściwe ukształtowanie programu przemian w strukturze i funkcji gospodarstw w Polsce, jak również nakreślenie tempa i kolejności podejmowania działań było kluczem do wielkiego przedsięwzięcia, jakim było przygotowanie do wejścia Polski do UE. Ocena i analiza potrzeb w zakresie powierzchni zabudowy budynków produkcyjnych i pomocniczych w indywidualnych gospodarstwach rolnych, ukierunkowanych na chów bydła mlecznego z własną reprodukcją stada, posłużyły do opracowania modeli zabudowy zagród rolniczych. Efektem prowadzonych badań terenowych, obliczeń i analiz wyników w tym okresie była przygotowana rozprawa doktorska oraz publikacje artykułów (zał. 4C – 34, 35, 36).

Drugim obszarem moich zainteresowań naukowych były badania dotyczące rozwiązań materiałowo – konstrukcyjnych domów jednorodzinnych oraz wykorzystaniem niekonwencjonalnych źródeł energii i materiałów budowlanych. Niezależnie od epoki, w jakiej żyje człowiek, zawsze dąży on do zapewnienia sobie i swojej rodzinie własnego bezpiecznego schronienia, domu jednorodzinnego. Z historii budownictwa widać, że na jego rozwój miały wpływ i nadal mają materiały budowlane. Zależy od nich: konstrukcja budowli, wymiary, bryła i forma architektoniczna budynku oraz jego wygląd estetyczny. To dzięki prawidłowo dobranym materiałom budowlanym, dom jednorodzinny może zapewnić właściwe warunki: ochrony człowieka przed wpływami atmosferycznymi, ochrony przed czynnikami pochodzącymi od zewnątrz i wewnątrz budynku, izolacyjności cieplnej, sztywności i stateczności budynku itp. Celem prowadzonych badań była analiza istniejących rozwiązań materiałowo - konstrukcyjnych stosowanych na terenach wiejskich, a tym samym ocena jakości przegród budowlanych. Prowadzone w tym zakresie badania pozwoliły na określenie współczynnika przenikania ciepła (U), określenie granicy ocieplania istniejących budynków jednorodzinnych, wykonanie analizy możliwości wykorzystania ekologicznych materiałów budowlanych oraz określeniu wpływu poszczególnych materiałów budowlanych

na mikrośrodowisko wewnątrz budynku. Obliczenia opłacalności ocieplania zostały przeprowadzone na możliwie największej liczbie porównywalnych założeń o jednakowym poziomie dla wszystkich budynków. Badaniom poddane zostały przegrody zewnętrzne budynków z lat 1958-2006. Analiza badań wykazała, że ściany zewnętrzne i dachy są najbardziej newralgicznymi częściami budynku pod względem utraty ciepła, a wskaźnik opłacalności NPV, mimo bardziej skomplikowanych procedur obliczania, ze względu na dokładność i możliwość dodatkowego szacowania wyników, powinien być traktowany on w dokumentach prawnych na równi z powszechnie używanym w celu określenia wariantów termomodernizacyjnych wskaźnikiem SPBT. Ponadto, największą opłacalność wykazują inwestycje z dodatkową izolacją cieplną w budynkach z lat 1958-1979. Zastosowanie optymalnej grubości izolacji ze styropianu na ścianach, jak i z wełny mineralnej na dachach budynków, we wszystkich przypadkach gwarantuje spełnienie obecnych wymagań normowych dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budynków. Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiają publikacje (**zał. 4C – 21, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33**).

W celu poszerzenia opisanych zagadnień w ramach pracy badawczej statutowej, prowadziłam także badania możliwości docieplania istniejących budynków jednorodzinnych, w aspekcie wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii. Ilość energii wyprodukowanej przez zaprojektowane instalacje obliczona została dzięki ogólnodostępnym, programom komputerowym „Kolektorek v1.0”, „Wiatrak v1.1” oraz „AKWADUKT thermo”. Parametry niektórych instalacji grzewczych wyznaczano na podstawie danych przez uzyskiwanych od producentów systemu. Symulacje komputerowe pozwoliły na dokładną analizę funkcjonowania zaproponowanych rozwiązań instalacyjnych wykorzystujących niekonwencjonalne źródła energii. W pracy badawczej wybierano optymalne rozwiązania zastosowania niekonwencjonalnych źródeł ciepła do celów grzewczych. Przy sprawdzaniu poprawności przyjętych założeń wykorzystywano programy komputerowe. Celem prowadzonych badań było także ustalenie parametrów pracy solankowej pompy ciepła (SPC), wytwarzającej energię cieplną na potrzeby ogrzewania oraz przygotowywania ciepłej wody użytkowej (CWU) w budynku mieszkalnym. Przyjęto wykorzystanie dolnego źródła ciepła w postaci poziomych kolektorów gruntowych usytuowanych w gruntach gliniastych wilgotnych lub piaszczystych suchych. Analizę przeprowadzono przy wykorzystaniu komputerowego programu symulacyjnego Vito-WP firmy Viessmann. Dla przyjętych powierzchni absorbera wyznaczono czas pracy pomp oraz ilość uzyskiwanej energii cieplnej

i współczynnik efektywności pompy. Efektem tych badań są przede wszystkim prace (zał. 4C – 13, 23, 30).

Uzupełnieniem omawianych badań są prace dotyczące oceny właściwości cegły pełnej po kilkudziesięcioletniej eksploatacji. Z przeprowadzonych badań wynika, że stan „ceglanych” budynków jest zróżnicowany – od budowli w zadowalającym stanie technicznym, do obiektów zagrażających bezpieczeństwu. Przyczyny niszczenia badanych obiektów wynikają przede wszystkim z właściwości samych cegieł i użytych zapraw, jak również z usytuowania budynków w terenie, klimatu czy dbałości eksploatacyjnej. Efektem tych badań jest publikacja (zał. 4C – 22).

Z uwagi na wzrastające wymagania prawne, dotyczące ograniczania strat energii, oraz wzrastająca świadomość ekologiczna społeczeństwa i szeroko pojęty rozwój technologiczny pozwoliły mi na wykonanie badań izolacji termicznej wybranych budynków. Prowadzone w tym zakresie badania pozwoliły na dokonanie analizy i oceny występowania błędów w wykonawstwie izolacji termicznej w budynkach jednorodzinnych na podstawie badań kamerą termowizyjną. Wyniki badań opublikowano w pracy (zał. 4C – 19, zał. 4B - 5).

W wyniku realizacji pracy badawczej w ramach działalności statutowej i współpracy z Zakładem Wodociągów i Kanalizacji oraz National University of Water and Environmental Engineering (Rivne, Ukraine), prowadziłam badanie wielkości i zmienności zużycia wody na terenie Kampusu SGGW w latach 2012-16 (zał. 4C - 2). Na podstawie zarejestrowanych wskazań wodomierza przedstawiono badanie wielkości i zmienności zużycia wody na terenie Kampusu SGGW w latach akademickich 2012/16. Średnie jednostkowe zużycie wody w czasie realizacji zajęć wyniosło $26,6 \text{ dm}^3/\text{student}/\text{dobę}$ dla studenta studiów stacjonarnych i $19,7 \text{ dm}^3/\text{student}/\text{dobę}$ dla studenta studiów niestacjonarnych. W okresie wakacyjnym stawki są niższe i wynoszą odpowiednio $18,4$ i $11,8 \text{ dm}^3/\text{student}/\text{dobę}$. Wskaźniki te zostały określone bez uwzględnienia zużycia wody w akademikach. Współczynnik szczytu dobowego wyniósł (N_d) 1.36, a współczynnik szczytu godzinowego (N_h) 1.71. W cyklu tygodniowym największe zużycie wody obserwowano we wtorki, a najmniejsze w niedziele. Szczytowe zużycie wody występuje w ciągu dnia między 11:00 a 13:00, a także 23:00 a 1:00 w nocy. Struktura godzinowa dystrybucji wody na terenie Kampusu SGGW jest podobna do weekendowej struktury dystrybucji wody w budynkach wielorodzinnych i budynkach mieszkalnych, z wyjątkiem późniejszego wystąpienia wieczornego szczytu.

W ramach tej współpracy prowadzone były również badania (zał. 4C - 5) mające na celu określenie wartości wymywania wybranych metali ciężkich z betonów zwykłych klasy C16/20,

zawierających 15% popiołów lotnych pochodzących z termicznego przekształcania osadów ściekowych (w stosunku do obliczonej ilości cementu). Próbki betonów rozdrobniono na frakcje poniżej 4 i poniżej 1 mm, które następnie poddano wymywaniu, a w powstałym eluacie oznaczano zawartość metali ciężkich: Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, As, Sb oraz Se. Stwierdzone stężenia metali są znacznie poniżej wartości maksymalnych, określonych w wymogach prawnych, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, a także granicznych wartości wymywania wymaganych przy dopuszczaniu odpadów obojętnych do składowania. Na tej podstawie stwierdzono, że migracja metali ciężkich z betonów z dodatkiem popiołów do środowiska wodnego jest nieznaczna i nie powinna stanowić istotnego problemu przy zastosowaniu w budownictwie. Badania wymagają jednak kontynuacji dla różnych klas i rodzajów betonu oraz zróżnicowanych warunków wymywania. Wspólnie przeprowadzono również analizę porównawczą wybranych metod stosowanych do obliczania instalacji wodociągowych. W tym celu porównano metodykę obliczania instalacji wodociągowych według norm PN-B-01706:1992 oraz PN-EN 806-3:2006. Na zasileniu standardowo wyposażonego mieszkania uzyskujemy przepływ obliczeniowy o około 16% wyższy, stosując normę europejską. Dodatkowo przepływy obliczeniowe na zasileniu budynków wielorodzinnych porównano z formułami podawanymi w literaturze oraz wynikami badań własnych. Średnio przepływy pomierzone są dwu-, trzykrotnie niższe od wartości obliczeniowych ustalanych według norm. Jednocześnie są one porównywalne lub nieznacznie wyższe od tych ustalanych według modeli podawanych w literaturze (**zał. 4C - 4**).

Trzecim i najważniejszym z kierunków badań, które obecnie jest głównym nurtem moich zainteresowań naukowych, są zagadnienia związane z wykorzystaniem odpadowych materiałów szklanych i ceramicznych, popiołów lotnych pochodzących ze spalania węgla kamiennego i brunatnego, metakaolinitu i włókien stalowych do betonów zwykłych. Dotychczasowym efektem tych badań są przede wszystkim publikacje (**zał. 4C - 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 20, zał. 4B - 1, 2, 3, 4**). Rozwijając współpracę ze środowiskiem naukowym Politechniki Lubelskiej, Szkołą Główną Służby Pożarniczej w Warszawie, Faculty of Engineering at Artvin Coruh University (Turcja) oraz Institute of Construction and Architecture at National University of Water and Environmental Engineering (Rivne, Ukraina), obecnie zajmuję się badaniami dotyczącymi możliwości racjonalnego wykorzystania popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych w technologii betonu

zwykłego. Efektem tych badań i współpracy są publikacje (I3, I4 - wskazane do postępowania habilitacyjnego).

Popioły lotne mogą być wykorzystane w technologii betonu, gdy spełnione zostaną wymagania zawarte w normie PN-EN 450-1:2012 - łączna zawartość Al_2O_3 , Fe_2O_3 oraz SiO_2 powinna wynosić min. 65% wagowych, w tym zawartość reaktywnego SiO_2 co najmniej 25% s. masy. Całkowita zawartość alkaliów obliczana jako zawartość Na_2O (równoważnik) nie powinna być większa niż 5% s. masy, natomiast zawartość reaktywnego CaO nie powinna przekraczać 10%, MgO nie większa niż 4%, a rozpuszczalnego fosforanu (P_2O_5) nie powinna być większa niż 100 mg/kg. Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenie, głównym celem przeprowadzonych prac badawczych była analiza i ocena właściwości fizyko-chemicznych popiołów lotnych z osadów ściekowych i wskaźnika aktywności pucolanowej. Drugim ważnym celem było zbadanie wpływu tego dodatku na właściwości mieszanki betonowej (konsystencję, zawartość powietrza, gęstość) i dojrzałego betonu (wytrzymałość na ściskanie w różnych okresach dojrzewania, głębokość penetracji wody pod ciśnieniem, gęstość, mrozoodporność, wytrzymałości na ściskanie w podwyższonej temperaturze), dodatkowo zgodnie z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym. Zastępując określoną ilość cementu popiołem lotnym (do 20%), można uzyskać kompozyt cementowy o dobrych parametrach wytrzymałościowych. Uzyskane wyniki potwierdzają możliwość zagospodarowania odpadami w postaci popiołu lotnego jako substytutu cementu do produkcji betonu. Dodatkowo badania wykazały, że powstały beton na bazie popiołu z osadu jest materiałem ekologicznym i nie zagraża środowisku naturalnemu. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami (Dz.U. 2016, poz.108), które w zakresie swej regulacji wdrażają dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady [EU/2010/75], powstające popioły ze spalania osadów ściekowych po spełnieniu określonych wymogów mogą być wykorzystane do sporządzania mieszanek betonowych na potrzeby budownictwa, z wyłączeniem budynków przeznaczonych do stałego przebywania ludzi lub zwierząt oraz do produkcji lub magazynowania żywności. Zatem mogą być one wykorzystane w drogownictwie czy produkcji kostki brukowej, krawężników oraz w budownictwie przemysłowym i hydrotechnicznym, chociaż wymaga to dalszych badań (Zal. 4C – 1).

5.3. Dorobek publikacyjny

Mój dorobek publikacyjny obejmuje 44 publikacje naukowe. Jestem autorem 11 i współautorem 33 oryginalnych publikacji naukowych, w tym 39 razy pierwszym autorem. Jestem współautorem 8 artykułów w czasopismach ze współczynnikiem *Impact Factor* w bazie *Web of Science*, kilku rozdziałów w monografii oraz autorem rozprawy doktorskiej i monografii habilitacyjnej. Przed doktoratem opublikowałam 3 artykuły naukowe. Bardzo ważnym osiągnięciem publikacyjnym w moim dorobku naukowym są artykuły opublikowane w renomowanych w mojej dziedzinie naukowej czasopismach: *Construction and Building Materials*, *Materials*, *Annual Set the Environment Protection* i *Cement Wapno Beton*. Mój całkowity dorobek naukowy wg punktacji MNiSW uzyskany po doktoracie wynosi 1020 punktów, po podziale na autorów 670 (łącznie osiągnięcie i dorobek naukowy). Sumaryczny *Impact Factor* opublikowanych przeze mnie artykułów wynosi 14.35. Liczba cytowań według bazy *Web of Science* wynosi 32 a indeks Hirscha 4. Liczba cytowań według bazy Scopus wynosi 37, a indeks Hirscha 4. Liczba cytowań według bazy Google Scholar wynosi 134, a indeks Hirscha 6 – tabela 2. Publikacje z moim udziałem ukazały się w recenzowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym i krajowym. Wykaz wskaźników oceny dorobku naukowego oraz skrótowy wykaz nazw czasopism wraz z punktacją stanowiący osiągnięcie naukowe, przedstawiono w tabeli 3, natomiast w tabeli 4 przedstawiono wykaz pozostałych publikacji. Wykaz artykułów z uwzględnieniem nazw czasopism zestawiono w załączniku 4.

Tab.2. Wskaźniki oceny dorobku naukowego (po doktoracie)

h-index		Web of Science	Scopus	Google Scholar
		4	4	6
cytowania	z autocytowaniami	32	37	134
	bez autocytowań	25		

Tab.6 Wykaz publikacji wraz z rokiem opublikowania, liczbą punktów MNiSW i Impact Factor (stanowiące osiągnięcie naukowe)

Lp	Czasopismo	Rok/liczba prac	IF wg JCR w roku publikacji pracy	Liczba punktów MNiSW	Liczba punktów MNiSW – po podziale
1	Materials	2020/1	3,057	140	98
2	Construction and Building Materials	2018/1	4,815	140*	70
3	Acta Scientiarum Polonorum. Architectura	2020/2	-	40	36
4	Beton modyfikowany popiołem lotnym z termicznego przekształcania osadów ściekowych - monografia	2019	-	80	80
RAZEM			7,872	400	284

*- 40 pkt to punktacja z 2018 roku, aktualnie czasopismo zgodnie z Listą MNiSW posiada 140 pkt.

Tab. 7. Wykaz publikacji z rokiem opublikowania, liczbą punktów MNiSW i Impact Factor (po doktoracie) stanowiących dorobek naukowy

Lp	Czasopismo	Rok/liczba prac	IF wg JCR w roku publikacji pracy	Liczba punktów MNiSW	Liczba punktów MNiSW po podziale
1	Materials	2020/1	3.057	140	70
2	Annual Set the Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska)	2018/1 2013/2	0,899 0,806 0,806	15 15 15	9 9 6
3	Cement Wapno Beton	2018/1 2017/1	0,469 0,441	20 15	14 9
4	Scientific Review Engineering and Environmental Sciences	2018/1 2017/1 2016/1 2012/1 2011/1 2009/1 2008/3	-	10 10 10 5 6 6 18	7 3 3 4 5 5 16

		2007/3		15	15
		2006/1		5	4
		2003/1		5	5
5	Acta Scientiarum Polonorum - Architectura	2019/1	-	20	16
		2017/1		11	4
		2016/2		22	15
		2015/1		11	3
		2014/1		11	8
		2011/1		11	8
		2010/1		11	8
		2007/1		11	11
6	Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW	2016/1	-	14	8
7	Journal of Ecological Engineering	2019/1	-	40	12
		2016/1		12	6
		2015/1		9	7
		2014/1		9	6
8	Acta Scientiarum Polonorm. Technica Agraria	2014/1	-	6	4
9	Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna	2010/1	-	6	6
10	Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej	2002/1	-	6	6
		2001/1		6	6
11	Turystyka wodna dla regionu	2016/3	-	15	8
12	Europa Regionum	2015/3	-	21	7
13	Water in Landscape Engineering	2002/2	-	10	10
14	Gospodarka przestrzenna polskich miast i wsi XXI wieku	2002/1	-	5	5
15	Inżynierskie i przestrzenne aspekty zabudowy obszarów niezurbanizowanych	2002/1	-	5	5
16	Rozwiązania konstrukcyjne w projektach architektoniczno- budowlanych: katalog rozwiązań z komentarzami – rozdział w monografii	2008/4	-	12	12
		2007/2		6	6
17	Innowacyjne rozwiązania w produkcji rolnej ze szczególnym uwzględnieniem chowu zwierząt	2020/1	-	20	15
	ŁĄCZNIE	55	6.478	620	386

5.4. Udział w konferencjach naukowych

W okresie dotychczasowej pracy zawodowej uczestniczyłam biernie lub aktywnie w kilkudziesięciu konferencjach naukowych, wygłaszałam referaty, prezentowałam postery i zgłaszałam artykuły do materiałów konferencyjnych, m.in.:

Konferencja Naukowo-Techniczna „Inżynierskie i przestrzenne aspekty zabudowy obszarów niezurbanizowanych”, Warszawa-Rogów, listopad 2002. **Rutkowska G.** Kształtowanie form budynków jednorodzinnych na wsi w technologii Sunday system – prezentacja.

Konferencja Naukowa Inżynieria i Kształtowanie Środowiska Obszarów Niezurbanizowanych - Woda w Inżynierii Krajobrazu Water in Landscape Engineering, Warszawa 2002. **Rutkowska G.** Technical and social infrastructure of the commune of Wyszaków in comparison with UE requirements. – poster.

Konferencja Naukowa Inżynieria i Kształtowanie Środowiska Obszarów Niezurbanizowanych - Woda w Inżynierii Krajobrazu Water in Landscape Engineering, Warszawa, 2002. **Rutkowska G.** Rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne domów jednorodzinnych na przykładzie Gminy Kościan – prezentacja.

Konferencja Naukowa „Gospodarka przestrzenna Polskich miast i wsi”, Białystok, 2002. **Rutkowska G.** Modelowa zabudowa współczesnych zagród rolniczych w dostosowaniu do produkcji rolnej – prezentacja.

XI Konferencja „Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska”, Politechnika Koszalińska, Darłowo, 23-26 maja 2013. **Rutkowska G.**, Klepak O., Podawca K. Problemy strat ciepła w istniejących budynkach jednorodzinnych w kontekście błędów wykonawczych – poster.

XI Konferencja pt. „Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska”, Politechnika Koszalińska, Darłowo, 23-26 maja 2013. Podawca K., **Rutkowska G.**, Analiza przestrzennego rozkładu typów zanieczyszczeń powietrza w układzie dzielnic m.st. Warszawy – prezentacja.

Konferencja Naukowa „Techniczne i przyrodnicze aspekty w budownictwie i inżynierii środowiska”, Warszawa, 16-17 czerwca 2016. **Rutkowska G.**, Wichowski P., Mroczkowska A. Kształtowanie właściwości betonu zwykłego na bazie cementów z dodatkiem włókien stalowych i popiołu lotnego – prezentacja.

Konferencja naukowa „Techniczne i przyrodnicze aspekty w budownictwie i inżynierii środowiska”, Warszawa, 16-17 czerwca 2016. Wichowski P., **Rutkowska G.**, Analiza porównawcza instalacji wodociągowej zaprojektowanej w świetle zmiennych zaleceń projektowych - prezentacja.

XXVI Międzynarodowa Konferencja naukowa pod patronatem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 16 września 2020. Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska, standardów UE i produkcji energii alternatywnej, w tym biogazu. **Rutkowska G.**, Wiśniewski K., Kanarek A. Wpływ środowiska pielęgnacji betonu zwykłego wykorzystywanego w budowie wsi na wybrane właściwości fizyczne.

1st International Conference, Strategies toward Green Deal Implementation – Water and Raw Materials (ICGreenDeal2020), 14-16 December 2020, IGSME PAN. Kraków. **Rutkowska G.**, Chalecki M. Fly ash from thermal conversion of sludge as a cement substitute in concrete manufacturing. Referat on-line.

5.5. Projekty badawcze

W roku 2019 uzyskałam finansowanie projektu badawczego pt.: „**Popiół lotny z termicznego przekształcania osadów ściekowych jako modyfikator betonów**”, którego byłam Kierownikiem (Umowa nr MNISW/2019/174/DIR z dnia 13 czerwca 2019 r. dotycząca przyznania dofinansowania w konkursie: „Inkubator Innowacyjności 2.0”, realizowanym w ramach działania pn. „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 - Działanie 4.4). Wyniki przeprowadzonych badań zostały wykorzystane do przygotowania publikacji i uzupełnienia materiału badawczego do osiągnięcia habilitacyjnego.

W celu dalszego zwiększenia potencjału badawczego Laboratorium Budowlanego w lipcu 2020 roku został złożony projekt badawczy aparaturowy (typ: Inwestycje nr rej. IA/SA/489030/2021): „**Analiza modalna w badaniu betonu modyfikowanego popiołem lotnym**” w obszarze nauk inżynieryjno-technicznych, inżynieria materiałowa. Byłam wykonawcą tego wniosku i czekamy na jego rozstrzygnięcie. W ramach złożonego wniosku planowany jest zakup systemu pomiarowego opartego o wielokanałowy analizator

Simcenter SCADAS wraz z oprogramowaniem Simcenter Testlab formy SIEMENS, czujnikami PCB Piezotronics Inc. I wzbudnikiem modalnym firmy Modal Shop Inc. Głównym celem badań będzie ocena możliwości wykorzystania metody eksperymentalnej analizy modalnej do oceny właściwości i jakości betonu zwykłego z dodatkiem, popiołów lotnych z termicznego przekształcania osadów ściekowych.

5.6. Najważniejsze wyróżnienia

W dotychczasowej pracy zawodowej zastałam wyróżniona przez JM Rektora SGGW nagrodami:

- Nagroda Zespołowa III stopnia JM Rektora za osiągnięcia naukowe, 2019 r.
- Nagroda Zespołowa II stopnia JM Rektora za osiągnięcia organizacyjne, 2016 r.

oraz Nagrody za promotorstwo wyróżnionych prac magisterskich ufundowane przez Przewodniczącego Oddziału Warszawskiego PZITB, Przewodniczącego Rady MOIIB oraz Przewodniczącego Oddziału Warszawskiego SITWM NOT:

- w konkursie na najlepsze prace magisterskie obronione na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW w roku akademickim 2017/18 na kierunku Budownictwo, pt.: *„Kształtowanie mrozoodporności betonów zwykłych na bazie cementów z dodatkiem popiołu lotnego”*, absolwent Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska na kierunku Budownictwo.
- w konkursie na najlepsze prace magisterskie obronione na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW w roku akademickim 2018/19 na kierunku Budownictwo, pt.: *„Ocena wpływu zeolitu i popiołu lotnego na wytrzymałość w wybranych okresach dojrzewania betonu zwykłego”*, absolwent Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska na kierunku Budownictwo.
- w konkursie na najlepsze prace magisterskie obronione na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW w roku akademickim 2019/20 na kierunku Budownictwo, pt.: *„Ocena modyfikacji kompozytów cementowych polimerami”*, absolwent Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska na kierunku Budownictwo.

W Polsce od 23 lat organizowany jest Konkurs „Polski Produkt Przyszłości” (PPP). Celem Konkursu PPP jest wyłonienie i wypromowanie opracowanych w Polsce innowacyjnych

produktów i technologii, które mają potencjał, by zaistnieć nie tylko na rynku krajowym, ale również światowym. W październiku 2020 roku złożyłam wniosek do XXIII edycji:

Wniosek konkursowy Program Operacyjny Inteligentny Rozwój, Oś priorytetowa 2 - Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I działanie 2.4 Współpraca w ramach krajowego systemu innowacji poddziałanie 2.4.1 Centrum Analiz i Pilotaży Nowych Instrumentów inno_LAB Polski Produkt Przyszłości XXIII edycja - ***innoBETkos - Beton zwykły na bazie popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych.***

5.7. Staże zawodowe i naukowe, współpraca międzynarodowa i recenzje

Od 2010 roku moje zainteresowania naukowe dotyczą obszaru badań związanego z technologią produkcji betonu – modyfikacją betonu zwykłego innowacyjnymi dodatkami.

Od 2015 roku współpracuję z dużym przedsiębiorstwem BUDOKRUSZ S.A. przy projektach badawczych związanych z zastosowaniem odpadów z termicznego przekształcania osadów ciekowych do produkcji mieszanek betonowych. W ramach staży – współpracy z przedsiębiorstwem, przygotowywałam i wykonywałam badania dotyczące dwóch projektów:

- POIR.04.01.02-00-0091/16. ***Badanie możliwości komercyjnego wykorzystania odpadów z termicznego przekształcania osadów ściekowych do produkcji betonów popiołowych.***
- POIR.04.01.02-00-0036/17. ***Badanie możliwości wykorzystania odpadów z termicznego przekształcania osadów ściekowych do produkcji betonów popiołowych.***

W okresie od 1 czerwca do 2 września 2019 roku odbyłam 3-miesięczny staż naukowy w zakresie technologii materiałów budowlanych na ***National University of Water and Environmental Engineering in the Institute of Building and Architecture (Rivne, Ukraina).*** Staż został zrealizowany w ramach umowy o stałej współpracy między NUWEE i SGGW, obejmującej działalność badawczą i dydaktyczną (umowa o podwójnym dyplomowaniu). W ramach stażu zapoznałam się z projektami badawczymi prowadzonymi przez pracowników NUWEE, prowadziłam wykłady i seminaria dla studentów i pracowników Instytutu – dotyczące wpływu popiołu lotnego z termicznego przekształcania osadów ściekowych na parametry betonu zwykłego. Przeprowadziłam również badania w laboratorium

konstrukcyjnym technologii betonu z dodatkami popiołu lotnego. W ramach powstałej współpracy został opublikowany artykuł:

Rutkowska G., Fronczyk J., Filipchuk S. Wpływ właściwości popiołu lotnego z termicznego przekształcenia osadów ściekowych na parametry betonu zwykłego. *Acta Scientiarum Polonorum - Architectura*. 2020, nr 19 (3), s. 43-54.

Podczas mojej pracy naukowej byłam recenzentem poradników wydawanych przez Ministerstwo Edukacji i Nauki:

1. Podawca K. Zarys budownictwa ogólnego, Wydawnictwo: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 2003.
2. Poradnik dla nauczycieli: Grycuk J. Krycie dachów dachówką ceramiczną i cementową, Wydawnictwo Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom, 2006.
3. Poradnik dla ucznia: Grycuk J. Krycie dachów dachówką ceramiczną i cementową, Wydawnictwo Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom, 2006.
4. Poradnik dla nauczycieli: Gąsiorowska D. Krycie dachów płytami dachowymi, Wydawnictwo Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom, 2006.
5. Poradnik dla ucznia: Gąsiorowska D. Krycie dachów płytami dachowymi, Wydawnictwo Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom, 2006.
6. Poradnik dla nauczycieli: Chmiel P. Wykonywanie obróbek blacharskich dachowych i elewacyjnych, Wydawnictwo Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom, 2006.
7. Poradnik dla ucznia: Chmiel P. Wykonywanie obróbek blacharskich dachowych i elewacyjnych, Wydawnictwo Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom, 2006.

Przygotowywałam recenzje artykułów do czasopism naukowych:

1. Aspekt środowiskowy wykorzystywania popiołu z termicznego przekształcania komunalnych osadów ściekowych w zawieszinach twardniejących – *ACTA Scientiarum Polonorum - Architectura*, 2020.

2. Mortar for 3D printers using river sand, Portland cement and hydraulic lime – Scientific Review Engineering and Environmental Sciences, 2020.
3. Alkali-Activated Hybrid Concrete Based on Fly Ash and Its application in the Production of High-Class Structural Blocks – Crystals (Czasopismo z IF -2.061), 2020.
4. Utilization of iron tailings sand as an environmentally friendly alternative to natural river sand in concrete: shrinkage characterization and mitigation strategies – Materials (czasopismo z IF – 3.057), 2020.
5. Effects of curing conditions on mechanical and microstructural properties of concrete incorporating iron tailing powder – Materials (czasopismo z IF – 3.057), 2020.
6. Evaluation on the Effect of Silica Fume on amorphous Fly Ash Geopolymers Exposed to Elevated Temperature – Magnetochemistry (czasopismo z IF – 1.947), 2020.

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

6.1. Działalność dydaktyczna po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (2000-2020)

Moje zainteresowania naukowe są powiązane z realizacją procesu dydaktycznego, głównie na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Zajęcia dydaktyczne prowadziłam i prowadzę na dwóch realizowanych kierunkach studiów stacjonarnych i niestacjonarnych, tj.: Budownictwo oraz Inżynieria i Gospodarka Wodna. Zagadnienia, które realizuję w procesie dydaktycznym pozwalają studentom poznać materiały wykorzystywane w budownictwie i ich właściwości, metody projektowania mieszanki betonowej, podstawowe procesy technologiczne jakie zachodzą w betonie oraz składniki mieszanki betonowej. Ma to istotne znaczenie dla przyszłych inżynierów projektantów i wykonawców. Znajomość technologii betonu, podstawowego, uniwersalnego i konstrukcyjnego materiału budowlanego umożliwia: poprawne projektowanie, wykonawstwo oraz eksploatację obiektów budowlanych.

Na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego od 2004 roku prowadzę niżej wymienione przedmioty:

- Materiały budowlane, kierunek Inżynieria i Gospodarka Wodna, studia stacjonarne,
- Materiały budowlane i technologia betonu I i II, kierunek Budownictwo, studia stacjonarne,

- Materiały budowlane, kierunek Budownictwo, studia niestacjonarne,
- Budowle przetwórstwa rolno-spożywczego, kierunek Budownictwo, studia niestacjonarne.

Na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego prowadziłam również przedmioty:

- Budownictwo ogólne i materiały budowlane, kierunek Budownictwo, studia stacjonarne,
- Podstawy budownictwa, kierunek Budownictwo, studia stacjonarne,
- Materiały budowlane i technologia betonu, kierunek Budownictwo, studia stacjonarne,
- Unieszkodliwianie ścieków i osadów,
- Rolnicze budowle kubaturowe, kierunek Budownictwo, studia stacjonarne,
- Materiały budowlane w budownictwie energooszczędnym, kierunek Budownictwo, studia stacjonarne,

Na Wydziale Nauk o Zwierzętach Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego prowadziłam przedmiot: Budownictwo inwentarskie, a na Wydziale MSGP ćwiczenia terenowe: Środowiskowe podstawy gospodarki przestrzennej.

Zajęcia prowadzę w formie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i seminariów, zajęcia laboratoryjne, ćwiczenia terenowe oraz w 2020 roku w formie zdalnej On-line.

W dotychczasowej pracy zawodowej byłam promotorem 148 prac dyplomowych (inżynierskich i magisterskich) oraz recenzentem kilkunastu prac dyplomowych. Prace były broniące przez studentów kierunku: Budownictwo na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Do działalności dydaktycznej można zaliczyć również:

1. Opracowanie programu przedmiotu „*Materiały budowlane w budownictwie energooszczędnym*” na kierunku Budownictwo (energooszczędne) na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW.
2. Opracowanie programu przedmiotu „*Rolnicze budowle kubaturowe*” na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW.
3. Opracowanie programu przedmiotu „*Materiały budowlane i technologia betonu I i II*” na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW.
4. Opracowanie programu przedmiotu „*Budowle przetwórstwa rolno-spożywczego*” na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW.

5. W ramach umowy dydaktycznej między NUWEE i SGGW, opiekuję się również studentami z Ukrainy, realizującymi prace magisterskie z zakresu budownictwa w Katedrze Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych.

6.2. Działalność organizacyjna po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (2000-2020)

Będąc adiunktem, oprócz pracy naukowej i dydaktycznej, brałam aktywny udział w działalności organizacyjnej i promocyjnej Wydziału, Katedry, a od 2019 roku Instytutu Inżynierii Lądowej. W 2013 roku decyzją Rektora zostałam powołana na członka Komisji Inwentaryzacyjnej. Podstawowym zadaniem Komisji było przeprowadzanie inwentaryzacji drogą spisu z natury oraz przedstawianie wniosków, w szczególności dotyczących sposobu rozliczania różnic inwentaryzacyjnych oraz protokołów likwidacyjnych. Prace w Komisji zakończyłam w październiku 2020 r.

Od 2000 r. biorę aktywny udział w corocznych majowych Dniach SGGW w Warszawie. Byłam odpowiedzialna między innymi za przygotowanie stanowiska Katedry Inżynierii Budowlanej.

W dniu 1.10.2019 r. Rektor Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie mianował mnie na stanowisko Kierownika Katedry Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych, które piastuję do dnia dzisiejszego. Pełnienie funkcji Kierownika jest dla mnie dużym zaszczytem, a przede wszystkim wyzwaniem, gdyż Katedra ma już kilkudziesięcioletnią historię funkcjonowania w strukturze Wydziału. W Katedrze należącej do Instytutu Inżynierii Lądowej obecnie zatrudnionych jest zatrudnionych 18 nauczycieli akademickich w tym: 1 profesor, 1 doktor habilitowany na stanowisku profesora Uczelni, 2 doktorów habilitowanych na stanowisku adiunkta, 6 doktorów inżynierów na stanowisku adiunkta, 1 doktor na stanowisku adiunkta, 1 doktor na stanowisku asystenta, 2 doktorów inżynierów na stanowisku asystenta oraz 4 magistrów inżynierów na stanowisku asystenta. Jestem odpowiedzialna za organizację pracy dydaktycznej i naukowo-badawczej realizowanej w Katedrze, a także za utrzymanie stanu technicznego pracowni – Laboratorium Budowlanego.

Od początku pełnienia funkcji Kierownika Katedry moim celem było i jest rozwój kadry naukowo-badawczej oraz zwiększenie potencjału badawczego Laboratorium Budowlanego. W Katedrze Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych w celu rozwoju kadry naukowo-badawczej, rozpisywane są konkursy na stanowiska asystentów i adiunktów badawczo-dydaktycznych w zakresie konstrukcji budowlanych i zakresie mechaniki teoretycznej. Biorę udział

jako członek w Komisji Konkursowej dla wyboru odpowiedniego kandydata. W 2020 roku zatrudnione zostały 4 osoby z politechnik oraz doktor z Białorusi. Ponadto, każdego roku zajęcia realizowane przez Katedrę w języku angielskim prowadzi dwóch profesorów z zagranicy w ramach programu Visiting Professors.

Działając na podstawie Statutu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, zastałam powołana do zespołu Rady Programowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport na kadencję 2019-2020 oraz 2020-2024 przez Dziekana Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska. Jest to dla mnie duże wyróżnienie. Zadania Rady Programowej, w tym moje, obejmują:

- 1) wspieranie dziekana w procesie nadzoru nad zapewnianiem jakości kształcenia w ramach kierunków studiów przyporządkowanych danej dyscyplinie, w moim przypadku dotyczy to kierunków: Budownictwo oraz Inżynieria i Gospodarka Wodna;
- 2) wyrażanie opinii w sprawach związanych z kształceniem w danej dyscyplinie lub innych sprawach przedłożonych przez dziekana;
- 3) opracowywanie i modyfikowanie projektów programów i planów studiów;
- 4) analiza wyników ewaluacji zajęć dydaktycznych i formułowanie rekomendacji w tym zakresie;
- 5) ewaluacja i doskonalenie programów i planów studiów, w tym sylabusów;
- 6) wykonywanie innych zadań związanych z zapewnianiem jakości kształcenia, określonych przez Rektora lub dziekana.

Od roku 2015 jestem członkiem Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział Warszawski oraz członkiem NSZZ „Solidarność”.



