

Załącznik nr 2

Autoreferat

osiągnięć naukowych, dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzacyjnych

dr inż. Małgorzata Franus

1. Imię i nazwisko

Małgorzata Franus

Data urodzenia: 30.01.1974

Dane teleadresowe: Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin,
Tel. 81 538 46 31, e-mail: m.franus@pollub.pl

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

Tytuł magistra 28 czerwca 1998 rok

*Magister inżynier, kierunek: technologia chemiczna,
specjalność: materiały budowlane*

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Tytuł pracy: „Hydratacja β -Ca₂SiO₄ zawierającego różne
stabilizatory”.

Promotor: dr hab. inż. Marek Gawlicki, *prof. AGH*

Stopień doktora 19 lutego 2009 rok

Doktor Nauk Technicznych,

Dyscyplina: Inżynieria Środowiska,

Specjalność: Technologia wody, ścieków i odpadów

Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska

Praca doktorska pt. „Zastosowanie glaukonitu do usuwania śladowych ilości metali ciężkich”,

Promotor: dr hab. inż. Zdzisław Krzowski, *prof. PL*

Studia

poddyplomowe

4 grudnia 2010 rok

Projektowanie geotechniczne

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska

**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/
artystycznych**

2000 - 2009

asystent

Katedra Geotechniki, Wydział Budownictwa i Architektury

Politechnika Lubelska

2010 – obecnie

adiunkt

Katedra Geotechniki, Wydział Budownictwa i Architektury

Politechnika Lubelska

4. Wskazanie osiągnięcia¹ wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego,

UTYLIZACJA WYBRANYCH ODPADÓW W PRODUKCJI SPIEKANYCH KRUSZYW LEKKICH

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy),

Małgorzata Franus, Utylizacja wybranych odpadów w produkcji spiekanych kruszyw lekkich, 2016, Monografie, vol. 132, Wydawnictwo Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, Lublin, ISBN 978-83-63714-31-4.

Recenzenci wydawniczy:

prof. dr hab. inż. Tomasz Winnicki,

prof. dr hab. Lucjan Pawłowski.

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Przedstawione powyżej, w punkcie 4a, osiągnięcie naukowe dotyczyło problemu zagospodarowania trzech rodzajów odpadów (osadów ściekowych, popiołów lotnych i zużytych sorbentów zeolitowych po sorpcji związków ropopochodnych) w produkcji spiekanych kruszyw lekkich. Główny problem badawczy dotyczył zagadnienia wpływu rodzaju odpadów jako potencjalnych substratów komponowania składu mieszanki surowcowej z materiałami naturalnymi (skały ilaste) przed ich termicznym utwardzeniem przez wypalanie. Efektem takiej modyfikacji było otrzymanie kruszywa lekkiego, przy zmniejszonej masie substratu naturalnego oraz uzyskanie wybranych cech fizykochemicznych, mineralogicznych i mikrostrukturalnych charakterystycznych dla materiałów ceramicznych zapewniających ich wykorzystanie w rolnictwie, ogrodnictwie, geotechnice oraz w produkcji materiałów budowlanych.

¹ w przypadku, gdy osiągnięciem tym jest praca/ prace wspólne, należy przedstawić oświadczenia wszystkich jej współautorów, określające indywidualny wkład każdego z nich w jej powstanie

Tematyka zaprezentowanego osiągnięcia obejmuje:

- problem środowiskowy jaki generują odpady w postaci osadów ściekowych, popiołów lotnych i zużytych sorbentów po sorpcji związków ropopochodnych,
- otrzymanie mieszanek surowcowych na bazie naturalnych skał ilastych i wybranych odpadów do produkcji materiałów budowlanych w formie kruszyw lekkich,
- charakterystykę właściwości użytkowych otrzymanych kruszyw.

Współczesne studium rozwojowe cywilizacji, wraz ze stale zwiększającą się produkcją dóbr konsumpcyjnych oraz rosnącą liczbą ludności, powodują generowanie coraz większej ilości odpadów. Dbłość o ochronę środowiska, a także poprawę jakości życia ludzi nakazuje prowadzenie zrównoważonej gospodarki odpadami, co stało się w dzisiejszych czasach jednym z najistotniejszych wyzwań cywilizacyjnych na całym świecie.

W celu realizacji strategii opracowano następujące założenia: zapobieganie powstawaniu odpadów i ograniczenie ich do minimum, ponowne wykorzystanie odpadów, recykling i odzyskiwanie energii, poprawa metod unieszkodliwiania, uregulowanie warunków transportu. Kwestia efektywniejszego wykorzystania odpadów jest szczególnie podkreślana przez kraje Unii Europejskiej w ramach programu „Zero odpadów dla Europy”, który jest odpowiedzią na wyzwania związane z ochroną środowiska i perspektywą deficytu surowców naturalnych. Komisja Europejska postuluje za „społeczeństwem bezodpowowym” i gospodarką opartą o zasadę maksymalnego wykorzystania zasobów. Zakłada, że przejście do gospodarki o obiegu zamkniętym jest ważną drogą, aby zrealizować program efektywnego wykorzystania zasobów, które jest określone w strategii Europa 2020 na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju. Głównym celem kołowej gospodarki jest obniżenie ucieczki zasobów z kręgu, tak by system działał optymalnie, a istotą tego podejścia jest zatem wykorzystanie odpadów powstałych w cyklu życia produktu i tym samym ograniczenie zużycia surowców, zmniejszenie ilości składowanych odpadów oraz zwiększenie strumienia odpadów wykorzystywanych w ramach odzyskiwania i recyklingu.

W tym celu dokonano wielu działań prawnych w zakresie postępowania z odpadami mających na celu ograniczenie ilości ich składowania odpadów o 50% do roku 2020 w porównaniu do 2010 roku.

Zgodnie z Katalogiem Odpadów (Dz. U. nr 112, poz. 1206) osady ściekowe czyli organiczno-mineralna faza stała wyodrębniona ze ścieków zostały zaklasyfikowane do grupy odpadów o kodzie 19 08. W ostatnich latach w Polsce masa powstających osadów ściekowych systematycznie wzrasta. Szacunkowa ilość wytworzona w 2015 roku wynosiła 642,4 tys. Mg s. m., natomiast w 2018 roku przewiduje się, że zostanie wytworzone 706, 6 tys. Mg s.m. Według raportu projektu PURE w 2020 roku ilość generowanych osadów ściekowych w Polsce będzie wynosić 180% suchej masy osadów ściekowych wytwarzanych w 2010 roku.

Czynnikami mającymi wpływ na to zjawisko są modernizacja istniejących oczyszczalni w celu przystosowania ich do technologii wysokosprawnych i nastawionych na usuwanie związków biogenych, rozbudowa sieci kanalizacyjnej, wzrastający odsetek ludności miejskiej i wiejskiej obsługiwanej przez oczyszczalnie, oraz budowa nowych oczyszczalni ścieków. Dodatkowo ilość powstających osadów ściekowych uzależniona jest również od zawartości zanieczyszczeń w ściekach, technologii oczyszczania, sposobu przeróbki osadu w celu stabilizacji, zmniejszenia masy i objętości osadu. Regulacje prawne związane z gospodarowaniem odpadów zawarte są w Ustawie o odpadach, w Rozporządzeniach Ministra Środowiska oraz Dyrektywach Unii Europejskiej.

Istotne znaczenie w bilansie gospodarki odpadami zajmują uboczne produkty spalania tzw. UPS, które w katalogu odpadów zostały zaklasyfikowane do grupy 19 01. Ich powstawanie nierozdzielnie związane jest ze wzrostem zapotrzebowania na energię. Podstawowym źródłem produkcji energii elektrycznej i ciepłej w Polsce i wielu krajach Unii Europejskiej są kopalne paliwa stałe – węgiel kamienny i węgiel brunatny, których wydobycie i konsumpcja stale rośnie. Według danych Europejskiego Stowarzyszenia Produktów Spalania Węgla - ECOBA (European Coal Combustion Products Association) w 2009 roku Kraje Unii Europejskiej wytworzyły prawie 52 mln Mg odpadów powstałych po procesie spalania węgla, a udział popiołów lotnych w tej produkcji wynosi 34 mln Mg, co stanowi 65% całej objętości odpadów energetycznych. Niewykorzystana część gromadzona jest na składowiskach, co ma pośredni wpływ na zanieczyszczenie środowiska (np. wywiewanie najdrobniejszych frakcji ziarnowych do powietrza). Należy dołożyć zatem wszelkich starań by odpady te zniknęły ze składowisk i zostały wtórnie wykorzystane w przemyśle zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju.

Do odpadów grupy 19 należą także zużyte sorbenty po sorpcji substancji ropopochodnych. Wytworzenie tych niebezpiecznych dla środowiska odpadów związane jest z koniecznością stosowania sorbentów w sytuacjach awaryjnych na etapie wydobycia, transportu, magazynowania, przeróbki ropy naftowej i jej pochodnych. Oprócz wycieków substancji ropopochodnych o dużym zasięgu bardzo często dochodzi do mniejszych, lokalnych np. w trakcie kolizji, wypadków drogowych lub drobnych awarii cystern, gdzie powstają zużyte sorbenty. W konsekwencji prowadzi to do skażenia środowiska naturalnego, dotkliwych strat ekologicznych oraz ekonomicznych. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 roku w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. z dnia 8 października 2001 r.) sorbent zanieczyszczony produktami ropopochodnymi jest odpadem niebezpiecznym, w związku z tym, po wykorzystaniu, niedopuszczalne jest wyrzucenie go do typowego pojemnika na odpady lub pozostawienie w środowisku. Jedną z metod ich eliminacji jest zagospodarowanie zużytych sorbentów poprzez pełny ich odzysk i ponowne wykorzystanie w hutach lub ich spalanie. Jest to jednak metoda kosztowna, gdyż powstają ponownie popioły jako produkty uboczne spalania, dodatkowo pojawiają się problemy z utrzymaniem norm emisji gazów odlotowych oraz polichlorowanych dibenzofuranów-PCDFs.

Dziedziną przemysłu, która może być beneficjentem programu wspierającego rozwój nowych technologii ekologicznych jest sektor budowlany, a jedną ze skutecznych i bezpiecznych metod zagospodarowania różnego typu odpadów może być otrzymywanie spiekanych kruszyw lekkich. W wyniku obróbki termicznej i zachodzących procesów fizykochemicznych surowiec wyjściowy w połączeniu z modyfikantem zmienia swoją postać, skład i właściwości dzięki czemu powstaje pełnowartościowy produkt budowlany (kruszywo lekkie).

Przedstawiony sposób zastosowania odpowiednich ilości surowców zastępczych w postaci osadów ściekowych, popiołów lotnych, zużytych sorbentów pozwala obniżyć koszty produkcji kruszyw, zagospodarować odpady, przy zachowaniu właściwych parametrów jakościowych powstałego wyrobu. Dodatkowo wykorzystanie odpadów wpłynie na zmniejszenie powierzchni ich składowania. Również rynek kruszyw zostanie wzbogacony o nowe produkty, przez co może zmniejszyć się zużycie nieodnawialnych zasobów naturalnych kruszyw mineralnych, co jest ekologiczną alternatywą dla środowiska w systemie gospodarki o obiegu zamkniętym.

Przeprowadzone przeze mnie badania literaturowe, oparte na wynikach badań zawartych w recenzowanych publikacjach krajowych i zagranicznych, międzynarodowych wytycznych, normach i aktach prawnych (dołączona do wniosku monografia stanowiąca moje osiągnięcie naukowe została napisana na podstawie ponad 450 aktualnych źródeł literaturowych) wykazały istotność problemu zagospodarowania odpadów w przemyśle produkcji materiałów budowlanych przez ponowne zastosowanie przydatnych konstrukcyjnie elementów (*reusing*) i zastosowanie surowców jako składników do produkcji nowych elementów budowlanych (*recykling*).

Podstawowym celem naukowym zaprezentowanego osiągnięcia było zbadanie możliwości wykorzystania odpadów w postaci osadów ściekowych, popiołów lotnych i zużytych sorbentów zeolitowych po sorpcji substancji ropopochodnych jako składnika modyfikującego właściwości spiekane materiału ceramicznego.

Przeprowadzone przeze mnie w pierwszej części pracy analizy związane z problemem zagospodarowania wybranych typów odpadów oparłam na wyznaczeniu istotnych właściwości fizykomechanicznych, mineralogicznych i mikrostrukturalnych naturalnego surowca ilastego (gliny) jak również charakterystyki użytych modyfikantów w postaci osadów po oczyszczaniu ścieków (osady ściekowe), ubocznych produktów spalania węgla (popioły lotne) i zużytych sorbentów zeolitowych po sorpcji związków ropopochodnych.

Materiał podstawowy do sporządzenia mieszanek surowcowych stanowił surowiec ilasty czyli glina ze złoża „Budy Mszczonowskie”, eksploatowana na potrzeby produkcji kruszywa keramzytowego przez Przedsiębiorstwo Kruszyw Lekkich „Keramzyt” w Mszczonowie.

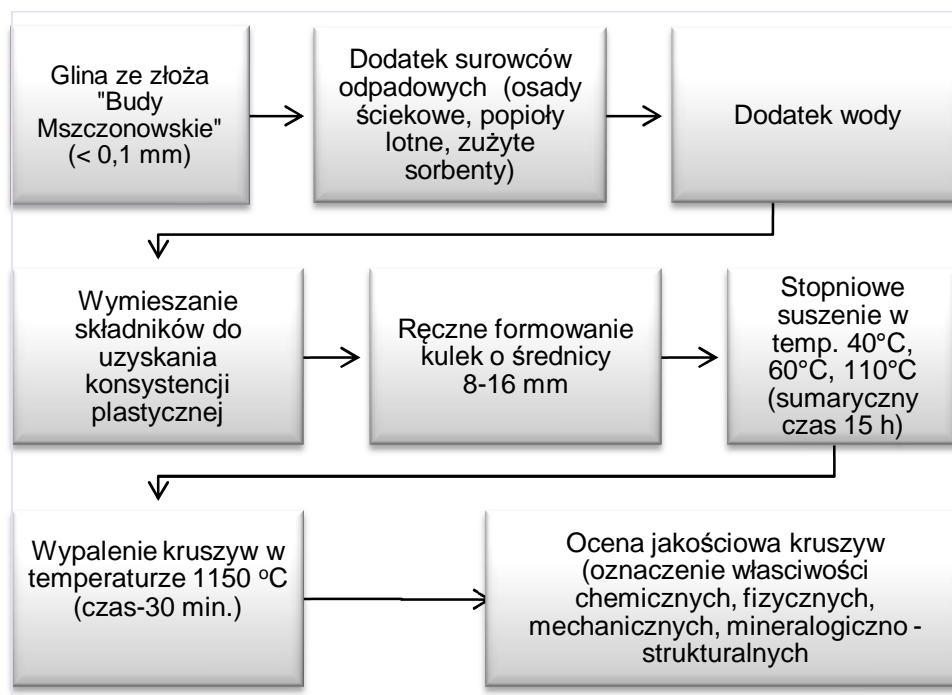
Osady ściekowe użyte w badaniach pochodziły z Oczyszczalni Ścieków „Hajdów” w Lublinie, które pobrano ze stacji mechanicznego odwadniania.

Popioły lotne wykorzystane w badaniach pobrano z Elektrowni Kozienice, stosującej technologię wytwarzania energii opartą na konwencjonalnym spalaniu węgla kamiennego.

Zużyte sorbenty zeolitowe (typu NaP1 i klinoptilolit) pozyskane zostały po procesie usuwania oleju napędowego Verva ON w warunkach rzeczywistych z nawierzchni asfaltowej.

Na potrzeby wytwarzania mieszanki surowcowej do produkcji kruszywa keramzytowego substraty zmieszano w stosunku ilościowym 9:1 (głina : dany rodzaj odpadu) dodając wody aż do uzyskania konsystencji plastycznej, umożliwiającej łatwe kształtowanie kulek o średnicy 8-16 mm.

Następnie uformowane z masy ceramicznej granule suszono przez 15 godzin stopniowo zwiększając temperaturę od 40°C do 110°C i termicznie utwardzono przez wypalanie w piecu komorowym w temperaturze 1150°C przez pół godziny. Poszczególne etapy otrzymywania kruszyw lekkich przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schemat procesu wytwarzania kruszywa keramzytowego

Materiał podstawowy oraz wybrane rodzaje odpadów scharakteryzowałam przy użyciu szeregu norm branżowych i metod badań składu chemicznego, fazowego i tekstury. W swoim osiągnięciu naukowym wykorzystałam między innymi skaningową mikroskopię elektronową z mikroanalizą chemiczną (SEM-EDS), mikroskopię wysokotemperaturową, dyfraktometrię rentgenowską (XRD), analizę termiczną (DTA/TG), fluorescencję rentgenowską (XRF) oraz porozymetrię rtęciową (MIP) i mikrotomografię komputerową (MT). Są to zaawansowane metody badań regularnie stosowane w nowoczesnej inżynierii materiałowej, jednakże ich

zastosowanie do badań z obszaru inżynierii środowiska i budownictwa, uważam za nowatorskie i unikalne nawet na arenie międzynarodowej.

Badania laboratoryjne związane z moim osiągnięciem naukowym zostały zrealizowane poprzez analizę składu chemicznego i mineralnego surowców wyjściowych (skała ilasta, trzy typy odpadów), określeniu wpływu modyfikantów na parametry procesu wypalania kruszywa oraz badania wpływu dodatków w postaci odpadów na parametry fizykochemiczne, mineralogiczne i strukturalne otrzymanych spieków ceramicznych.

Na podstawie wyników badań związanych z realizacją celów naukowych, odnoszących się do oceny składu chemicznego skały ilastej wykorzystanej do wykonania kruszyw, ustaliłam, że głównymi składnikami są SiO_2 , Al_2O_3 , a sumaryczna ich ilość wynosi 81,8%. Pozostałą część stanowią tlenki K_2O , Na_2O , Fe_2O_3 , MgO , CaO których zawartość wynosi 10,41%, natomiast straty prażenia wynoszą (LOI) - 10,40%.

Zbliżony skład chemiczny występował w próbce popiołu lotnego i zużytych zeolitów. Zawartość SiO_2 oraz Al_2O_3 w popiele lotnym wyniosła prawie 70% wagowych, natomiast w zużytym sorbencie klinoptilolitowym 66,19%. Jedynie w surowcu syntetycznym typu NaP1 suma tlenków była znacząco niższa i wynosiła 31,12%. Udział pozostałych składników chemicznych był uzależniony od typu odpadów. W popiołach lotnych dominowały tlenki CaO , których ilość wynosiła 9,80% oraz Fe_2O_3 w ilości 6,76%. W zużytych zeolitach proporcje pomiędzy poszczególnymi składnikami były różne i w materiale NaP1 szereg przedstawiał się następująco: $\text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{Fe}_2\text{O}_3$, a w klinoptilolicie: $\text{CaO} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O}$.

Przeprowadzone przez ze mnie analizy w mikroskopie skaningowym (SEM) wszystkich materiałów wchodzących w skład mieszanki surowcowej do produkcji keramzytu wykazały, iż w surowcu ilastym składniki mineralne występują w postaci cienkich, mocno powyginanych ziaren o nieregularnym kształcie i pokroju łuseczkowym, których rozmiary osiągają wielkość około 10 μm . Część składników mineralnych występujących w osadzie ściekowym tworzy formy zbliżone do nitek, sznurków, pałeczek natomiast pozostałą część stanowią nieregularne, skrytokrystaliczne skupienia, w których dominują fosforany.

Obserwacje w mikroskopie skaningowym popiołów lotnych wykazały obecność szkliwa w postaci form kulistych. Niektóre z nich są puste wewnątrz tzw. cenosfery, a część wypełniona jest drobnymi ziarnami kulistymi tworząc pleosfery. We wszystkich badanych popiołach zdecydowanie dominują kryptokrystaliczne agregaty o kształtach od nieregularnych po kuliste, których rozmiary wahają się od 0,00X do 0,5 mm.

Badania w mikroskopie skaningowym zużytych sorbentów zeolitycznych potwierdziły, że klinoptilolit tworzy kryształy o pokroju cienkich płytek, niekiedy o heksagonalnym kształcie, których rozmiary wynoszą około 20-30 μm , natomiast zeolit typu NaP1 tworzy bardzo drobne, nieregularne skupienia agregatów płytkowych, których rozmiary wahają się od 1 do 3 μm .

W toku przeprowadzonych badań mineralogicznych (XRD) ustaliłam, że poszczególne substraty reprezentowały odmienny skład mineralny. Badania te pozwoliły mi stwierdzić, iż surowiec ilasty składa się z beidelitu rozpoznanego po charakterystycznych odległościach międzypłaszczyznowych $d_{hkl}=15,15; 4,44; 3,02; 2,59; 2,48$ Å, illitu i kaolinitu, których obecność potwierdzają na dyfraktogramach odpowiednio piki: $d_{hkl}=10,01; 5,02; 4,48; 3,34; 2,00$ Å dla illitu i $7,14; 4,40; 3,56; 3,32$ Å dla kaolinitu. Kwarc rozpoznany został po odległościach międzypłaszczyznowych $d_{hkl}=4,26; 3,44; 2,46; 1,81$ Å, natomiast skalenie po $d_{hkl}=3,17; 3,24$ Å. W mineralnej części osadu ściekowego zidentyfikowałam vivianit, którego $d_{hkl}=7,94; 6,70; 4,90$ Å, oraz kalcyt, którego $d_{hkl}=3,86; 3,04; 2,28; 1,91$ Å, kwarc ($d_{hkl}=4,27; 3,34; 2,45; 1,82$ Å). W składzie mineralnym popiołu lotnego na dyfraktogramach wyraźnie zaznacza się obecność szkliwa akcentowana podniesieniem tła refleksów w zakresie kątowym 15° – 30° 2Θ . Drugim ważnym składnikiem mineralnym jest mullit rozpoznany po odległościach międzypłaszczyznowych $d_{hkl}=3,39; 3,42; 5,38$ Å i kwarc, którego $d_{hkl}=3,34; 4,27; 1,81$ Å oraz tlenki żelaza wykształcone w postaci hematytu, którego $d_{hkl}=2,69; 2,51$ Å. W zużytych sorbentach zeolitowych po sorpcji substancji ropopochodnych w zależności od typu strukturalnego zeolitu dominuje NaP1 rozpoznany po odległościach międzypłaszczyznowych $d_{hkl}=3,18; 4,10; 5,01; 7,10$ Å i klinoptilolit, którego $d_{hkl}=3,90; 3,96; 7,94; 8,95$ Å. W zeolicie syntetycznym otrzymanym na bazie popiołu lotnego skład mineralny uzupełnia mullit, kwarc i nieprzereagowane resztki szkliwa glinokrzemianowego, natomiast w zeolicie naturalnym CT-opal, skażeń potasowy i kwarc.

Dla pełnej identyfikacji fazowej materiałów wyjściowych wykonałam również analizę termiczną (DTA/TG), której wyniki w pełni potwierdziły skład mineralny poszczególnych materiałów wykorzystanych do otrzymania spiekanych kruszyw lekkich.

W celu określenia zachowania się komponentów (skała ilasta + typ odpadu) w procesie termicznej stabilizacji, gdzie dominującą rolę odgrywają zjawiska zachodzące na granicy dwóch faz – ciekłej i stałej dokonałam analizy sporządzonych mieszanek surowcowych w mikroskopie wysokotemperaturowym. Badanie to polegało na obserwacji próbek i fotograficznym rejestrowaniu zmian ich kształtu w funkcji temperatury oraz dostarczyły mi informacji o zachowaniu się substratów podczas procesu ich ogrzewania. Pozwoliło mi to na określenie dla poszczególnych składów mieszanki surowcowej temperatur charakterystycznych oraz zmian kształtu i wielkości powierzchni w kolejnych fazach ogrzewania. Wyznaczone przeze mnie temperatury spiekania, mięknięcia, pęcznienia i początku topienia stanowiły podstawę do oceny zakresu interwału temperatur wypalania kruszywa lekkiego.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdziłam, że glina to surowiec średnio pęczniący o temperaturze początku pęcznienia (tj. temperaturze, w której zwiększa 1,5–krotnie objętość) około 1100°C i maksymalnym współczynnikiem termicznego pęcznienia $S_{max}\approx 2,3$ w temperaturze 1300°C . Wprowadzenie do niej dodatku w postaci zużytego klinoptilolitu, NaP1, popiołów lotnych i osadów ściekowych rozszerzyły interwał spiekania o około 200°C (podnosząc temperaturę maksymalnego spiekania do 1080°C) i zintensyfikowały proces spiekania, a także

w znaczącym stopniu zmniejszyły pirogeniczne pęcznienie. Współczynnik termicznego pęcznienia mas osiągany w wysokiej temperaturze (1300°C) wynosił 1,24 w przypadku masy surowcowej z osadami ściekowymi i 1,30 w przypadku masy z klinoptilolitem i popiołami lotnymi oraz 1,68 dla mieszanki ze zużytym NaP1. Dodatek wybranych typów odpadów do masy plastycznej zmniejszył również skurcz wypalania. Analiza wyników uzyskanych w mikroskopie wysokotemperaturowym pozwoliła mi na dobór parametrów wypalania zaprojektowanych składów mieszanek surowcowych. Ustaliłam następujące interwały czasowe przyrostu temperatury w piecu: 5 h do 500°C, 3 h dla 500–700°C, 5 h dla 700–1150°C. W temperaturze 1150°C próbki wypalane były przez pół godziny.

Kolejnym etapem moich badań był ocena właściwości fizycznych i mechanicznych otrzymanych kruszyw lekkich. Do tego celu zastosowałam obowiązujące w tym zakresie normy. Gęstość właściwą (ρ_d) i pozorną (ρ_a) oraz nasiąkliwość po 24 godzinach zanurzenia kruszywa (WA_{24h}) wyznaczyłam na podstawie normy PN-EN-1097-6 (2000). Odporność na miażdżenie kruszyw wyznaczyłam zgodnie z normą PN-EN 13055-1, a mrozoodporność kruszyw na podstawie normy PN-EN 1367-1.

Wyznaczone przeze mnie parametry kruszywa z gliny z Mszczonowa, osadów ściekowych, popiołów lotnych oraz zużytych sorbentów po sorpcji substancji ropopochodnych wskazują, że otrzymane kruszywa charakteryzują się parametrami fizycznymi i mechanicznymi odpowiednimi dla kruszyw lekkich (Tab. 1).

Tabela 1. Właściwości fizyczne i mechaniczne badanych kruszyw

Właściwości fizyczne i mechaniczne	Rodzaj dodatku				
	Gлина	Osad ściekowy	Popiół lotny	Klinoptilolit	NaP1
Gęstość właściwa, ρ_d (g/cm ³)	2,81	2,59	2,80	2,79	2,74
Gęstość objętościowa, ρ_a (g/cm ³)	1,10	0,87	0,94	0,94	0,83
Gęstość nasypowa, ρ_b (g/cm ³)	0,75	0,41	0,685	0,54	0,49
Nasiąkliwość, WA_{24} (%)	20,0	16,1	14,0	10,0	11,5
Jamistość, H (%)	73	84	74	80	82
Porowatość, P (%)	60	66	66	66	69
Mrozoodporność, F (%)	0,87	0,94	0,1	0,08	0,85
Odporność na miażdżenie, C_a (MPa)	4,64	0,79	4,00	1,56	1,43

Gęstość właściwa kruszywa z gliny wynosi $2,81 \text{ g/cm}^3$ natomiast pozostałych kruszyw z dodatkiem odpadów jest nieco niższa i waha się w przedziale $2,59\text{--}2,79 \text{ g/cm}^3$. Gęstości objętościowe badanych kruszyw nie przekraczają wartości $2,0 \text{ g/cm}^3$ i są charakterystyczne dla kruszyw lekkich.

Wyznaczona przez ze mnie nasiąkliwości badanych kruszyw jest stosunkowo niska w porównaniu do kruszyw komercyjnych oraz kruszywa bez dodatku odpadów. Nasiąkliwość kruszywa z dodatkiem osadów ściekowych wynosi 16%, z dodatkiem popiołów lotnych około 14%. Zbliżone wartości wykazują kruszywa z dodatkiem zużytych sorbentów zeolitowych (10% i 11,5%). Dla porównania nasiąkliwość kruszywa *Lytag* wynosi 17,55%, *Arlita*–20%, *Aardelite* (autoklawizowany PFA)–21,2%, *LECA (Lightweight Expanded Clay Aggregate)*–30,3%, *LECA Gniew* 30–40%.

Mrozoodporność otrzymanych kruszyw nie przekracza 1%, a ziarna po badaniu nie wykazywały żadnych spękań, co pozwoliło mi zaliczyć otrzymane keramzyty do kategorii F_1 i uznać za mrozoodporne.

Istotny wpływ dodatku w postaci odpadów zaobserwowałam w badaniu wytrzymałości na miażdżenie. Dla kruszywa z osadów ściekowych wynosiła ona 0,79 MPa natomiast z dodatkiem popiołów lotnych 4,6 MPa. Znaczne różnice wytrzymałości wynikają z przewagi powłoki szklistej na powierzchni kruszywa z dodatkiem osadów ściekowych oraz obecności porów o większych rozmiarach. Zbliżone wartości wytrzymałości na miażdżenie wykazywały kruszywa z dodatkiem NaP1 i klinoptilolitu, które wynosiły odpowiednio 1,43 MPa i 1,56 MPa. Wytrzymałości na miażdżenie badanych kruszyw są wyższe niż komercyjnych. Przykładowo wytrzymałość na miażdżenie kruszywa *Liapor* wynosi od 0,7-10 MPa, *Arlita* 0,981 MPa, *Lytag* (wypalony PFA) 0,43 MPa, *LECA* i *Aardelite* 0,09 MPa, kruszywa *Geokeramzyt Maxit* $\geq 0,8 \text{ MPa}$, natomiast *LECA Gniew* 0,7 do 4,0 MPa.

Dla wszystkich otrzymanych kruszyw keramzytowych analiza składu chemicznego w mikroobszarze wykazała dominującą obecność tlenków SiO_2 i Al_2O_3 . Zawartość pierwszego z nich waha się w przedziale od 49,85% do 62,85% natomiast drugiego wynosi prawie 25%. Trzecim pod względem ilości składnikiem chemicznym występującym w kruszywach jest Fe_2O_3 którego ilość wynosi od 9,02% do 18,70%. W podrzędnych ilościach od 2 do 3% występuje K_2O i CaO .

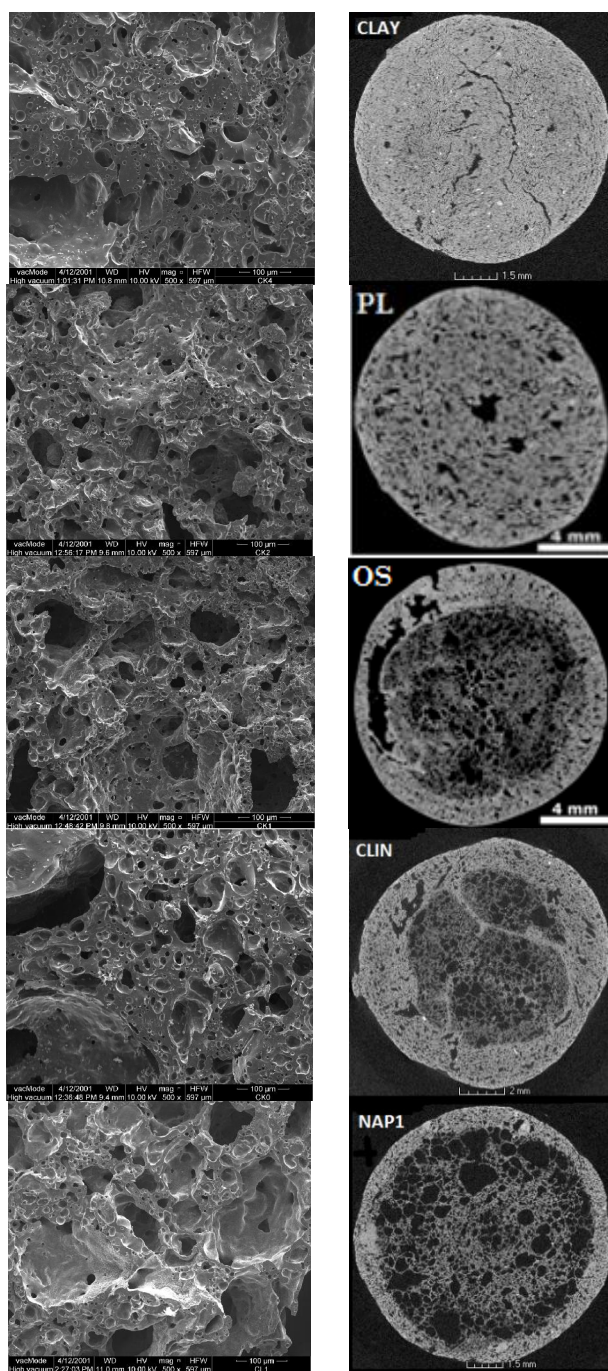
Analiza składu mineralnego kruszyw modyfikowanych odpadami wskazuje na brak wyraźnych różnic w ich składzie mineralnym. Dominującym składnikiem jest mullit rozpoznany po charakterystycznych odległościach międzypłaszczyznowych $d_{\text{hkl}}=3,39; 5,41; 3,42; 2,21 \text{ \AA}$ i kwarc, którego $d_{\text{hkl}}=3,34; 4,27; 1,81 \text{ \AA}$. Jako składniki podrzędne występują tlenki żelaza wykształcone w formie hematytu $d_{\text{hkl}}= 2,70; 2,51 \text{ \AA}$ i skalenie $d_{\text{hkl}}=3,19; 4,04; 3,68 \text{ \AA}$. Oprócz fazy mineralnej w kruszywach występuje faza amorficzna, o obecności, której świadczy podniesienie tła w zakresie kątowym $15\text{--}30^\circ 2\theta$. Największy jej udział odnotowałam w kruszywie modyfikowanym osadem ściekowym i zużytym zeolitem NaP1.

Z punktu widzenia właściwości fizycznych i mechanicznych kruszyw ważnym zagadnieniem jest obserwacja porów. Wykonane na potrzeby niniejszej pracy

obserwacje w mikroskopie skaningowym (SEM) oraz badania z wykorzystaniem mikrotomografii komputerowej potwierdziły porowatą strukturę uzyskanych kruszyw (Fot. 1). Obecność porów w wypalanych kruszywach jest efektem termicznego pęcznienia gliny w wysokiej temperaturze, w której substancja mineralna osiąga stan piroplastyczny, a wydzielające się gazy z surowca mają dostateczną prężność pary, aby spowodować wzrost objętości zamkniętych porów.

Keramzyty wypalone na bazie gliny mają bardzo zwartą strukturę wewnętrzną, z przewagą porów o wielkości od 5 do 18 μm , których kształty są najczęściej owalne, czasami podłużne. Kruszywa z domieszką osadów ściekowych, popiołów lotnych i zużytych zeolitów cechują się zdecydowanie większymi rozmiarami porów najczęściej owalnych o rozmiarach od 5 do 90 μm .

Istotne wyniki na ocenę wpływu dodatku wybranych odpadów na teksturę kruszyw uzyskałam stosując badania przy użyciu porozymetrii rtęciowej (Tab. 2). Wykorzystując tę metodę wykazałam, iż kruszywo otrzymane na bazie gliny posiada najniższą całkowitą objętość porów równą 0,141 cm^3/g . Kruszywa, które otrzymałam stosując jako dodatek popiół lotny i zużyty klinoptilolit wykazują ponad dwukrotnie wyższą całkowitą objętość porów, wynoszącą odpowiednio: 0,320 i 0,301 cm^3/g . Najwyższą objętością porów charakteryzowały się keramzyty modyfikowane osadem ściekowym i zużytym zeolitem NaP1 wynoszącą odpowiednio 0,990 cm^3/g i 0,909 cm^3/g . Otrzymane kruszywa keramzytowe wykazywały zróżnicowany rozkład objętości porów względem logarytmu ich promienia. Wyraźnie monomodalny rozkład objętości porów zidentyfikowałam w kruszywach modyfikowanych osadem ściekowym oraz zużytym NaP1. Kruszywa modyfikowane popiołem lotnym oraz zużytym klinoptilolitem wykazały bimodalny rozkład objętości. Dodatkowo stwierdziłam niejednorodność porowatości szczególnie w zakresie wielkości porów o promieniach 0,1 μm - 0,891 μm , z dominującym udziałem porów o promieniach 2,238 μm i 39,81 μm . Wyniki badań wskazują na silną zależność struktury porowatej od rodzaju dodatku stosowanego do modyfikacji kruszyw. Najlepsze pod względem struktury porów materiały (kruszywa lekkie) uzyskano dla dodatków z dużą ilością materii organicznej (osad ściekowy i zużyty NaP1). Kruszywo ze skały ilastej charakteryzuje się najmniejszą jednorodnością strukturalną porów.



Fot. 1. Mikrostruktura otrzymanych keramzytów na podstawie mikroskopii skaningowej (lewa strona) oraz mikrotomografii komputerowej (prawa strona).
 Objasnienia: CLAY - glina, PL - popiół lotny, OS - osad ściekowy, CLIN - zużyty sorbent klinoptilolitowy, NAP1 - zużyty sorbent NaP1

Tabela 2. Parametry teksturalne kruszyw wyznaczone na podstawie porozymetrii rtęciowej i mikrotomografii komputerowej

Parametr	Skała ilasta	Rodzaj dodatku			
		Osad ściekowy	Popiół lotny	Klinoptilolit	NaP1
MIP – porozymetria rtęciowa					
Całkowita objętość porów (cm ³ /g)	0,14	0,99	0,32	0,30	0,91
Całkowita powierzchnia porów (m ² /g)	3,90	33,52	16,76	16,70	41,7
Średni promień porów (μm)	2,37	0,06	0,04	5,27	0,99
Gęstość objętościowa (g/cm ³)	1,76	0,71	1,39	1,30	0,74
Gęstość właściwa (g/cm ³)	2,45	2,35	2,47	2,14	2,23
Porowatość (v/v) (%)	25	71	44	39	67
MT – mikrotomografia komputerowa					
Całkowita objętość porów (cm ³ /g)	0,044	0,738	0,532	0,683	0,719
Średni promień porów (mm)	0,13	0,24	0,13	0,12	0,25
Porowatość (v/v) (%)	8,7	70,9	44	27,9	54,5

Wpływ dodatku materiałów odpadowych na mikrostrukturę (właściwości teksturalne) otrzymanych kruszyw zbadalam również wykorzystując po raz pierwszy do tego typu materiałów metodę mikrotomografii rentgenowskiej. Otrzymane przeze mnie wyniki są zbliżone z danymi uzyskanymi z pomiarów metodą porozymetrii rtęciowej (Tab. 2). Przekroje granul keramzytowych uzyskane w badaniach mikrotomograficznych wykazują wyraźnie różną teksturę otrzymanych kruszyw lekkich. Kruszywa będące wynikiem modyfikacji składu mieszanki surowcowej poprzez dodatek zużytego zeolitu NaP1 i osadu ściekowego wykazują największą całkowitą objętość porów, która wynosi odpowiednio 0,719 cm³/g i 0,738 cm³/g. Najniższą objętość porów odnotowałam dla keramzytu otrzymanego na bazie gliny 0,044 cm³/g. Dodatek popiołu lotnego i zużytego klinoptilolitu w stosunku do kruszywa otrzymanego z samej gliny spowodował wzrost całkowitej objętości porów do 0,532 cm³/g i 0,683 cm³/g. Rozkład objętości porów względem logarytmu ich promienia wykazały, że materiałem o największych porach oraz największej ich objętości jest kruszywo lekkie modyfikowane zużyтым zeolitem NaP1 i osadem ściekowym. Objętości porów małych o promieniach <0,1 mm są zbliżone zarówno w glinie jak i keramzycie modyfikowanych NaP1. Funkcja rozkładu porów wskazuje, iż kruszywa modyfikowane zużyтым klinoptilolitem posiadają największą ilość porów o promieniu poniżej <0,1 mm. Kruszywa lekkie, których skład mieszanki surowcowej modyfikowany jest osadem ściekowym i popiołem lotnym posiadają największy udział

porów o promieniach $>0,1$ mm. Średni promień porów wyliczony z badań mikrotomograficznych potwierdza, że kruszywo z dodatkiem zużytego zeolitu NaP1 ma pory o największych promieniach.

W celu określenia czy otrzymane kruszywa lekkie z dodatkiem osadów ściekowych i popiołów lotnych są bezpieczne dla ludzi i środowiska określiłam testy wymywalność metali ciężkich z kruszyw. Badania wykonałam na podstawie normy EN-ISO 1744-3 oraz metody ML (*Maximum of Leaching*). W toku przeprowadzonych analiz stwierdziłam, że metale ciężkie wykazują bardzo niską mobilność, a ich stężenia w wyciekach są niższe od dopuszczalnych wartości stężeń pierwiastków wprowadzanych do wody i lub do ziemi, zgodnie z Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006. Testy wymywania z kruszyw lekkich wskazują, że toksyczne metale ciężkie takie jak Pb, Cd, Zn, Cr, Ni and Cu utrzymują się poniżej granicy detekcji na podstawie metody ICP-AES. Proces spiekania substratów w postaci gliny i odpadów spowodował, że nierozpuszczalne związki metali ciężkich wbudowały się w strukturę krzemianową i glinokrzemianową surowców wyjściowych, natomiast substancje rozpuszczalne utworzyły szkielet krystaliczny. Oznacza to, że poprzez realizację operacji zeszkliwienia otrzymuje się neutralny produkt, w pełni bezpieczny dla środowiska naturalnego.

Przeprowadzone przeze mnie badania nad możliwością modyfikacji właściwości mas ceramicznych za pomocą różnego rodzaju odpadów wykazały, że mogą one stanowić pełnowartościowy dodatek do otrzymywania kruszyw lekkich.

Za najważniejsze osiągnięcie wynikające z moich badań uważam:

- wykonanie pełnej charakterystyki chemicznej i fazowej gliny, osadów ściekowych, popiołów lotnych i zużytych zeolitów po procesie sorpcji związków ropopochodnych,
- określenie optymalnych warunków prowadzenia procesu wypalania zaprojektowanych mieszanek surowcowych z wykorzystaniem mikroskopii wysokotemperaturowej,
- ocenę wpływu dodatków wybranych typów odpadów na właściwości fizyczne, mechaniczne, skład chemiczny i mineralny wyprodukowanych kruszyw,
- wykorzystanie mikrotomografii komputerowej do badań tekstury otrzymanych materiałów spiekanych i określenia wpływu modyfikantów na porowatość i wielkość porów,
- wykazanie za pomocą testów wymywalności, iż otrzymany produkt ceramiczny w postaci kruszywa lekkiego jest w pełni bezpieczny i ekologiczny dla środowiska naturalnego.

Przedstawione wyniki stanowią niewątpliwie tematykę z zakresu inżynierii środowiska. Wpisują się w zakres dziedziny nauk technicznych i dyscyplinę inżynieria środowiska. W badaniach wykorzystano materiały odpadowe: osady ściekowe, popioły lotne, zużyte sorbenty oraz techniki laboratoryjne, które umożliwiły wytworzenie materiału ekologicznego i bezpiecznego dla środowiska.

Wykorzystanie odpadów w postaci osadów ściekowych, popiołów lotnych, zużytych sorbentów umożliwi mniejsze zużycie naturalnych i nieodnawialnych zasobów naturalnych kruszyw mineralnych, mniejszą emisję gazów odlotowych oraz ograniczy powierzchnię składowania odpadów i wywiewania popiołów lotnych.

Przewiduję, że uzyskana i upowszechniona wiedza na temat możliwości wykorzystania odpadów w postaci osadów ściekowych, popiołów lotnych i zużytych sorbentów po sorpcji substancji ropopochodnych zaowocuje rozwojem badań w kierunku ich aplikacji w obecnie istniejących zakładach produkujących kruszywa lekkie planujących wdrożenie nowych i tańszych technologii służących spełnieniu oczekiwań w zakresie ograniczenia ilości odpadów.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Przed doktoratem

W 1993 roku rozpoczęłam studia magisterskie na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie (AGH). Wybrany przeze mnie kierunkiem stała się technologia chemiczna, specjalność materiały budowlane. W latach 1995-1998, za szczególne osiągnięcia zostało mi przyznane uczelniane stypendium naukowe. Ostatnie dwa lata studiów poświęciłam zgłębianiu problematyki związanej z technologią produkcji materiałów budowlanych i wokół tych zagadnień koncentrowały się moje projekty badawcze w tym okresie. Ten obszar wiedzy stał się również kanwą do przygotowania pracy magisterskiej pt. „*Hydratacja β - Ca_2SiO_4 zawierającego różne stabilizatory*”, która powstała pod promotorską opieką dra. hab. inż. Marka Gawlickiego, Prof. AGH. Celem mojej pracy była analiza wpływu stabilizatorów w postaci jonów fosforu, boru, chromu i wanadu na szybkość hydratacji ortokrzemianu wapniowego.

Rok 2000 stanowił początek mojego świadomego zaangażowania i wejścia na ścieżkę rozwoju naukowego. Właśnie wtedy podjęłam pracę na stanowisku asystenta na Wydziale Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej Politechniki Lubelskiej, przekształconym później w Wydział Budownictwa i Architektury. Od początku mojej drogi zawodowej byłam i wciąż jestem związana z Katedrą Geotechniki. To właśnie tutaj miałam możliwość rozwijania moich zainteresowań badawczych skupionych na problematyce z zakresu inżynierii i ochrony środowiska. Proces sorpcji metali ciężkich w warunkach statycznych i dynamicznych na glaukonicie, minerale ilastym powszechnie występujący w formie piasków glaukonitowych i mułków na obszarze Lubelszczyzny został przeze mnie wybrany z tej jakże obszernej dziedziny wiedzy i stał się wiodącym kierunkiem moich poczynań naukowych.

W latach 2002-2003, pracując w zespole naukowym pod kierownictwem Prof. Zdzisława Krzowskiego, aktywnie angażowałam się w proces pozyskiwania środków finansowych umożliwiających prowadzenie i kontynuację badań. W jednym z projektów finansowanym przez Komitet Badań Naukowych pt. „Ocena możliwości

praktycznego wykorzystania w ochronie środowiska trzeciorzędowych skał piaszczysto–ilastych Lubelszczyzny” pełniłam rolę głównego wykonawcy. Projekt obejmował ocenę potencjału złożowego osadów trzeciorzędowych z glaukonitem i wskazanie perspektywicznych kierunków ich zastosowania. Moim zadaniem było prowadzenie badań strukturalnych glaukonitu z wykorzystaniem technik XRD i SEM, oraz ocena właściwości sorpcyjnych wyjściowych materiałów i wydzielonych magnetycznie oraz metodą sedymentacyjną frakcji ziarnowych badanego minerału. Wymiernym efektem wieńczącym pracę projektową były trzy publikacje w czasopiśmie krajowych: „*Mineralogia Polonica*”, „*Przegląd Geologiczny*” i „*Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*”. Niezależnie od tego, wyniki badań zostały przeze mnie przedstawione podczas czterech konferencji, w tym dwóch krajowych i dwóch międzynarodowych, w formie referatów i posterów.

Uzyskane w ten sposób doświadczenie w pozyskiwaniu środków na badania oraz interesujące wyniki prac laboratoryjnych w wyżej wymienionym projekcie zaowocowały pozyskaniem kolejnego projektu badawczego finansowanego w latach 2005-2006 przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (MEiN) pt. ”Właściwości sorpcyjno-filtracyjne mieszanek kwarcowo-glaukonitowych wytworzonych na bazie piasków glaukonitowych Lubelszczyzny”. Tematyka projektu, w którym objęłam funkcję kierownika dotyczyła dokonania serii eksperymentów laboratoryjnych usuwania metali ciężkich na mieszanek kwarcowo-glaukonitowych z różnym udziałem ilościowym glaukonitu. Obok badań modelowych procesu sorpcji wykorzystałam również ściek rzeczywisty pochodzący z Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego „PZL–Świdnik” S.A. Na podstawie wyłaniających się wniosków opracowałam warunki technologiczne umożliwiające oczyszczenie tego ścieku w układzie porcjowym i przepływowym. Zwieńczeniem prac było zaprezentowanie wyników badań w formie posteru na II Kongresie Inżynierii Środowiska w Lublinie oraz referatów na konferencjach: „Historia i współczesność górnictwa na terenie Lubelszczyzny” w Kazimierzu Dolnym i XXV Międzynarodowym Sympozjum im. Bolesława Krzysztofika–AQUA w Płocku w 2005 roku. Wyniki prac opublikowałam w krajowym czasopiśmie z listy filadelfijskiej „*Polish Journal of Environmental Studies*”.

W latach 2006–2009 roku byłam wykonawcą grantu finansowanego przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (MEiN) pt. ”Modyfikacja właściwości powierzchniowych ilów glaukonitowo-smektytowych w celu uzyskania sorbentów”. Projekt ten obejmował charakterystykę mineralogiczną i ocenę właściwości teksturalnych wydzielonych z ilów koncentratów glaukonitowych i glaukonitowo–smektytowych do produkcji adsorbentów używanych w przemyśle spożywczym (ziem fulerskich), przemyśle farmaceutycznym (glinki kosmetyczne) i rolnictwie (wolnodziałające nawozy mineralne zasobne w potas). Moim zadaniem w projekcie było przeprowadzenie badań mineralogicznych i chemicznych oraz opracowanie optymalnych warunków modyfikacji kwasowej badanych sorbentów na potrzeby uzyskania ziem odbarwiających. Podczas realizacji projektu brałam udział w kilku konferencjach międzynarodowych m.in. Euroclay 2007 (Portugalia), Mineral Sciences in the

Carpathians (Węgry) i International Clay Conference (Włochy), podczas których prezentowałam referaty i postery. Wspólnie z zespołem realizującym projekt opublikowałam wyniki prac badawczych m.in. w czasopiśmie „*Clays and Clay Minerals*”, indeksowanym w JCR Web of Science z listy A MNiSW.

Uzyskane w ramach wymienionych projektów wyniki prac badawczych, stały się podstawą mojej rozprawy doktorskiej. Ten niezwykle istotny w moim dorobku naukowym moment został zapoczątkowany 17 maja 2007 r. otwarciem przewodu doktorskiego pt.: *Zastosowanie glaukonitu do usuwania śladowych ilości metali ciężkich*” i zakończony publiczną obroną w dniu 9 grudnia 2009 roku w wyniku, której uzyskałam stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska. Promotorem mojej dysertacji był dr hab. inż. Zdzisław Krzowski, *Prof. PL*, zaś recenzentami: prof. dr hab. Lucjan Pawłowski (Politechnika Lubelska) oraz dr hab. inż. Katarzyna Majewska–Nowak *Prof. PW* (Politechnika Wrocławska). Szczegółowe analizy prac badawczych realizowanych w trakcie trwania przewodu doktorskiego dotyczyły efektywności usuwania przez glaukonit w warunkach statycznych śladowych ilości metali ciężkich z modelowych roztworów wodnych w zależności od wpływu różnych warunków procesu (zmienne stężenie początkowe roztworów wyjściowych i pH, czas kontaktu, obecność jonów konkurencyjnych). W celu oceny przebiegu i skuteczności procesów wymiany jonów metali ciężkich przez mieszanki kwarcowo–glaukonitowe i czysty glaukonit przeprowadziłam badania w warunkach dynamicznych. W pierwszym etapie badań laboratoryjnych usuwałam na glaukonicie jony metali ciężkich z roztworów wodnych monokationowych natomiast w drugim etapie z roztworów polikationowych przepływających z różną prędkością liniową przepływu. Efektem badań było wyznaczenie parametrów procesu wymiany jonowej na złożach glaukonitowych takich jak czas przebiccia, czas nasycenia się pojemności wymiennej złoża, objętość złożowa do punktu przebiccia, robocza i maksymalna pojemność wymienna. W kolejnym etapie zaplanowanych badań było oczyszczenie przez glaukonit popłuczyn kąpielowych pochodzących z linii technologicznej cynkowania części w bębnach z Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego „PZL Świdnik” w warunkach dynamicznych. Kończącym eksperymentem była utylizacja zużytych złóż glaukonitowych do produkcji kruszywa keramzytowego, które otrzymano metodą plastyczną przez wypalenie. W celu oceny czy otrzymany produkt jest bezpieczny i nietoksyczny wykonałam badania wymywalności metali ciężkich z kruszyw. Efektem badań było uzyskanie bardzo niskiej mobilności tych pierwiastków poniżej wartości dopuszczalnych, a zatem otrzymanie w pełni ekologicznego materiału budowlanego. Podsumowaniem moich prac badawczych tego okresu było między innymi opublikowanie w 2010 roku monografii pt. „Zastosowanie glaukonitu do usuwania śladowych ilości metali ciężkich” przez Wydawnictwo Naukowe Politechniki Lubelskiej.

Po doktoracie

Już w trakcie pisania pracy doktorskiej moje zainteresowania zostały skierowane na zagadnienia obejmujące możliwość utylizacji przepracowanych

sorbentów. W jednym z ostatnich rozdziałów pracy zaproponowałam wykorzystanie zużytych sorbentów glaukonitowych po procesie sorpcji metali ciężkich jako dodatku modyfikującego skład mieszanki surowcowej do produkcji keramzytu. Wstępne wyniki prac uzupełnione o badania w mikroskopie wysokotemperaturowym oraz testy wymywania metali ciężkich z otrzymanych kruszyw zostały w roku 2011 opublikowane w czasopiśmie z listy filadelfijskiej „*Boletín De La Sociedad Espanola De Ceramica Y Vidrio*”.

Pozytywne wyniki prac badawczych nad utylizacją zużytych sorbentów glaukonitowych po sorpcji metali ciężkich do utrzymania produktów ceramicznych, skłonił mnie do rozszerzenia gamy odpadów mogących pozytywnie wpłynąć na poprawę właściwości kruszyw lekkich. W obszarze tej tematyki prac podjęłam się badań wykorzystania odpadów w postaci osadów ściekowych, popiołów lotnych i zużytych sorbentów zeolitowych po procesie sorpcji związków ropopochodnych do otrzymywania kruszyw.

Realizowane przeze mnie badania były w głównej mierze finansowane w ramach trzech projektów, w których pełniłam rolę głównego wykonawcy. W okresie 2009-2012 uczestniczyłam w realizacji dwóch kolejnych przedsięwzięć badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju pt.: „Wytwarzanie sorbentu zeolitowego na bazie popiołów lotnych i jego zastosowanie w inżynierii i ochronie środowiska” w ramach programu Projekty badawczo-rozwojowe, oraz „Innowacyjna technologia produkcji zeolitów z popiołów lotnych” w ramach programu Innowacyjna Gospodarka POIG, Działanie 1.3: *Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe*. Mój wkład w wymienionych projektach polegał na realizacji badań właściwości fizycznych i mineralogicznych popiołów lotnych pochodzących z 15 elektrowni i elektrociepłowni w Polsce. Uzyskane przez ze mnie wyniki badań były podstawą do opracowania technologii produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych w skali laboratoryjnej i ½ technicznej.

W latach 2012–2015 pełniłam funkcję kierownika zadania badawczego nr 7 „Opracowanie i przetestowanie technologii produkcji kruszywa lekkiego z przepracowanych organo-zeolitów” w projekcie finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, realizowanego w ramach Programu Badań Stosowanych I pt. „*Wytwarzanie i utylizacja zeolitowych sorbentów związków ropopochodnych*” Celem zadania było przeprowadzenie badań wpływu dodatku popiołu lotnego i zużytego zeolitu NaP1 na właściwości fizyczne i mikrostrukturę kruszyw keramzytowych. W ramach realizacji zadania opracowałam optymalny dodatek popiołu i zużytych sorbentów zeolitowych do modyfikacji składu mieszanki surowcowej. Wykonałam w warunkach laboratoryjnych różne typy kruszyw keramzytowych, które poddałam badaniom składu mineralnego XRD i SEM oraz mikrostruktury z wykorzystaniem porozymetrii rtęciowej i mikrotomografii komputerowej. Na podstawie wyników otrzymanych z mikroskopu wysokotemperaturowego opracowałam optymalne warunki procesu wypalania

kruszyw lekkich dla poszczególnych dodatków modyfikujących, oraz przeprowadziłam wspólnie z pracownikami Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Krakowie skuteczną próbę przemysłowej produkcji zaprojektowanych mas ceramicznych.

Efektom omawianych badań w wyżej wymienionych projektach była publikacji 8 artykułów indeksowanych w JCR czasopiśmie: „*Fuel*” – (IF=3,611); „*Materials*” – (IF=2,728), „*Clean Technologies and Environmental Policy*” – (IF=1,934 „*Environmental Monitoring and Assessment*” – (IF=1,663); oraz 4 artykułów w czasopiśmie z listy B MNiSW m.in.: „*Budownictwo i Architektura*”, „*Barometr Regionalny*”, „*Proceedings of ECOpole*”.

Pozostając wciąż w głównym nurcie moich naukowych poczynań, związanych z utylizacją odpadów, równolegle w latach 2013–2015 brałam udział w realizacji międzynarodowego projektu badawczego „Developing an innovative model of cross-border use of zeolitic tuff” realizowanego w ramach Programu Współpracy Transgranicznej PL-BY-UA. Tematyka projektu była bezpośrednio związana z moimi zainteresowaniami z okresu przed doktoratem i wiązała się bezpośrednio z oceną właściwości sorpcyjnych tufu zeolitowego względem metali ciężkich, jak również aktualnie prowadzonych prac nad utylizacją przepracowanych sorbentów (klinoptilolitu) do produkcji kruszyw lekkich. Dodatkowo w ramach projektu, w celu poszerzenia doświadczenia i pogłębienia wiedzy z zakresu badanej dziedziny, odbyłam miesięczny staż laboratoryjny na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Lwowskiej, podczas którego wykonywałam badania strukturalne betonów z dodatkiem klinoptilolitu stanowiącego substytut cementu oraz betonów lekkich z dodatkiem kruszyw keramzytowych otrzymanych z przepracowanych sorbentów po sorpcji związków ropopochodnych z nawierzchni asfaltowych.

Wyniki prac w wyżej wymienionych projektach stały się podstawą dwóch istotnych publikacji indeksowanych w JCR czasopiśmie: „*Archives of Civil and Mechanical Engineering*” – (IF=2,194); i „*Polish Journal of Environmental Studies*” – (IF=0,790) oraz trzech rozdziałów w monografiach, a także kilkunastu wystąpień na konferencjach krajowych i międzynarodowych.

W latach 2011-2015 we współpracy z naukowcami Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej realizowałam projekt badawczy „Analiza przydatności surowców ilastych Lubelszczyzny do budowy mineralnych przesłon izolacyjnych składowisk odpadów” nr 7550/B/T02/2011/40 (NN523 755040), jako główny wykonawca. Moim zadaniem w projekcie było określenie parametrów geotechnicznych badanych gruntów ilastych pobranych z różnych miejsc Lubelszczyzny. Rezultaty badań, będących przedmiotem projektu umożliwiły wspólnie z współautorami na napisanie monografii pt.: „*Cohesive soils of Lublin region suitable for mineral sealinglines and other engineering applications*”, opublikowanej w 2015 r. przez Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej oraz 2 artykułów, które ukazały się w czasopiśmie z listy A „*International Agrophysics*” – (IF=1,067) oraz z listy B MNiSW „*Budownictwo i Architektura*”.

Obecnie z ramienia Politechniki Lubelskiej jestem zaangażowana w pracę nad projektem „Opracowanie technologii oczyszczania wód z naturalnych nuklidów promieniotwórczych z wykorzystaniem materiałów zeolitowych” realizowanym w ramach Programu Badań Stosowanych II wspólnie z Głównym Instytutem Górnictwa i Firmą Kopex S.A. w charakterze koordynatora oraz głównego wykonawcy projektu. Do zakresu moich obowiązków należała koordynacja prac prowadzonych na Wydziale Budownictwa i Architektury, a także ocena właściwości sorpcyjnych zeolitów syntetycznych, względem radionuklidów pochodzących z wód kopalnianych KWK Piast, w warunkach statycznych i dynamicznych, przy zmiennych parametrach prowadzenia procesu oraz zaprojektowanie schematu oczyszczania w warunkach przepływowych. Wykorzystane do badań zeolity syntetyczne otrzymano na instalacji pilotażowej znajdującej się w Politechnice Lubelskiej.

Moje dokonania naukowe spotkały się z uznaniem władz mojej macierzystej uczelni, które przyznały mi Nagrodę indywidualną II stopnia Rektora Politechniki Lubelskiej za osiągnięcia w działalności naukowej w roku akademickim 2008/2009 oraz Nagrodę zespołową II stopnia Rektora Politechniki Lubelskiej za szczególnie osiągnięcia w działalności naukowej w roku akademickim 2014/2015 .

Miarą moich osiągnięć naukowych może być bibliometryczna prezentacja dorobku naukowego: publikacji, wystąpień, materiałów konferencyjnych, monografii, których byłam autorem lub współautorem. Do dnia dzisiejszego opublikowałam w sumie 42 prace. W tym 30 publikacji recenzowanych, 3 monografie i 9 rozdziałów w monografiach, oraz złożyłam jedno zgłoszenie patentowe. Ze wspomnianych, 24 prace ukazało po doktoracie, z czego 13 artykułów opublikowałam w czasopiśmie znajdujących się na liście A MNiSW, zaś 11 na liście B. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych jestem także autorem/współautorem 3 monografii oraz 4 rozdziałów w monografiach. Dodatkowo, brałam udział w 21 konferencjach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Jestem również autorem/współautorem 16 materiałów pokonferencyjnych.

Sumaryczna liczba punktów MNiSW opisująca mój dorobek naukowy od 1999 r. wg listy czasopism punktowanych z 16 grudnia 2015 r., wynosi 582 pkt., z czego po doktoracie uzyskałam 478 punktów. Sumaryczny Impact Factor moich prac opublikowanych w czasopiśmie indeksowanych w JCR Web of Science wynosi 21,731 wg wskaźnika IF z roku publikacji oraz 21,879 wg aktualnego IF.

Tabela 3 przedstawia zestawienie moich osiągnięć naukowych obejmujących wskaźnik IF oraz punktację MNiSW.

Tabela 3. Zestawienia tabelaryczne publikacji

Publikacje	Liczba publikacji	Liczba publikacji przed doktoratem	Liczba publikacji po doktoracie	IF z roku publikacji	IF aktualny	Punkty MNiSW 2015
Czasopisma z listy A	15	2	13	21,731	21,879	350
Czasopisma z listy B	15	4	11	-	-	134
Monografie	3	-	3	-	-	60
Rozdziały w monografiach	9	5	4	-	-	36
Zgłoszenia patentowe	1	-	1	-	-	2
Suma	43	11	31	21,731	21,879	582

Tabela 4. przedstawia zestawienie cytowań moich prac naukowych w bazach Web of Science, Scopus i Google Scholar.

Tabela 4. Cytowania prac dr inż. Małgorzaty Franus

Źródło danych	Cytowania ogółem	Cytowania bez autocytowań	Indeks H
Web of Science	121	102	5
Scopus	110	93	5
Google Scholar	188	137	8

Dodatkowe informacje dotyczące osiągnięć naukowych

a. Realizowane projekty badawcze

Przed doktoratem 2000-2009:

1. Projekt badawczy MEiN: 1 T09D 026 30 – Modyfikacja właściwości powierzchniowych iltów glaukonitowo-smektytowych w celu uzyskania sorbentów – główny wykonawca, 2006-2009,
2. Projekt badawczy MEiN: 1 T09D 007 28 – Właściwości sorpcyjno-filtracyjne mieszanek kwarcowo-glaukonitowych wytworzonych na bazie piasków glaukonitowych Lubelszczyzny” kierownik projektu, 2005-2006.
3. Projekt badawczy KBN: Nr 4 T09D 029 22 – Ocena możliwości praktycznego wykorzystania w ochronie środowiska trzeciorzędowych skał piaszczysto-iltych Lubelszczyzny – główny wykonawca, 2002-2003.

Po doktoracie 2010-2015:

1. Program Badań Stosowanych II NCBiR 209543 – Opracowanie technologii oczyszczania wód z naturalnych nuklidów promieniotwórczych z wykorzystaniem materiałów zeolitowych – koordynator projektu część PL, 2014-2017
2. Program Badań Stosowanych I NCBiR 177630 – Wytwarzanie i utylizacja zeolitowych sorbentów związków ropopochodnych – główny wykonawca, 2012-2015,
3. Program Współpracy Transgranicznej PL–BY–UA – Developing an innovative model of cross-border use of zeolitic tuff – główny wykonawca, 2013- 2015,
4. Urząd Marszałkowski Województwa Lubelskiego w Lublinie Departament Gospodarki i Innowacji, "Wsparcie Regionalnej Sieci Współpracy" – Możliwości wykorzystania gliny występującej w okolicach Werbkowic do produkcji kruszywa keramzytowego – kierownik projektu, 2012-2012.
5. Projekt badawczo-rozwojowy NCBiR: N R14 0013 06 – Wytwarzanie sorbentu zeolitowego na bazie popiołów lotnych i jego zastosowanie w inżynierii i ochronie środowiska – główny wykonawca, 2009-2012
6. Projekt w ramach funduszy europejskich Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka PO IG: UDA-POIG.01.03.01-06-146/09–Innowacyjna technologia produkcji zeolitów z popiołów lotnych – główny wykonawca, 2009-2011,
7. Projekt N N523 755040 – Analiza przydatności surowców ilastych Lubelszczyzny do budowy mineralnych przesłon izolacyjnych składowisk odpadów – wykonawca, 2011-2015.

b. Udział w konferencjach naukowych

W okresie 2000-2015 brałam udział w następujących konferencjach naukowych:

Przed doktoratem 2000-2009:

1. Minerals of the Carpathians International Conference 9–10.03.2000; Miskolc, Hungary,
2. Konferencja doktorandów a młodych vedeckýchv pracovníkom, 23-24.04 2001; Herlany, Slovakia
3. Badania petrograficzne i mineralogiczne w geologii 8-9.05.2001; Warszawa,
4. Mid-European Clay Conference 9-14.09.2001; Stara Leśna, Slovakia
5. I Kongres Inżynierii Środowiska 23-25.09.2002 Lublin,
6. 25th Międzynarodowe Sympozjum im. Bolesława Krzysztofika AQUA 9-10.06.2005; Płock
7. II Kongres Inżynierii Środowiska, 4-7.09.2005; Lublin,
8. Historia i współczesność górnictwa na terenie Lubelszczyzny, 7-8.12.2005; Kazimierz Dolny,
9. 3rd Minerals of the Carpathians International Conference 9-10.03.2006; Miskolc, Hungary,
10. Mineralogia Polska 18–20.09.2006; Kraków.
11. Euroclay, 22-27.07.2007; Avero, Portugalia,
12. 14th International Clay Conference, 14-16.06.2009; Castellaneta Marina, Italy.

Po doktoracie 2010-2015:

1. 16th International Zeolite Conference 4-9.June 2010; Sorrento, Italy,
2. International Zeolite Conference. Moscow, Russia, 7-12 July 2013
3. 4th International Conference: "Industrial and Hazardous Waste Management", 2-5 September 2014, Chania, Crete,
4. 9th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites ZEOHITE 2014, 8 - 13 June 2014 Belgrade, Serbia,
5. International Scientific Conference "Developing an innovative model of the cross-border use of zeolitic tuff". Modern Technologies Of Zeolite Tuff Usage In Industry. 20-22 May 2014 Lviv, Ukraine
6. VIII Ogólnopolskie Sympozjum, Nauka i przemysł : metody spektroskopowe w praktyce, nowe wyzwania i możliwości, 10-12 czerwca 2014 Lublin
7. 60. Jubileuszowa Konferencja Naukowa Krynica 2014, 14-19 września 2014, Krynica Zdrój
8. 23rd Annual Central European Conference ECOpole, 15-18 listopada 2014 Jarnołtówek
9. 18th International Zeolite Conference 19-24th June, 2016, Rio de Janeiro, Brazylia.

c. Recenzje publikacji

W czasie swojej pracy naukowej zrealizowałam następujące recenzje dla czasopism indeksowanych w JCR: "*Environmental Monitoring and Assessment*" – 2 recenzje, "*Desalination and Water Treatment*" – 2 recenzje, "*Fresenius Environmental Bulletin* 3-recenzje", "*African Journal of Environmental Science and Technology*"- 1 recenzja, "*Process Safety and Environmental*"- 1 recenzja. W sumie wykonałam 9 recenzji dla czasopism indeksowanych w JCR. Byłam również recenzentem 5 prac w czasopiśmie „*Budownictwo i Architektura*”.

d. Staże naukowe

W terminie 12.01.2015-23.01.2015 odbyłam staż naukowo-badawczy w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk, który dotyczył wykorzystania technik porozymetrycznych w badaniach tekstury kruszyw keramzytowych oraz zastosowania modeli matematycznych do opisu struktur porowatych. W trakcie stażu zapoznałam się z metodą intruzji rtęci jako narzędziem do badań porowatości ciał stałych oraz, przy użyciu porozymetru rtęciowego, wykonałam pomiary porowatości próbek materiałów keramzytowych modyfikowanych dodatkiem różnego typu odpadów. Wyniki tych prac zostały opublikowane w moim osiągnięciu habilitacyjnym przedstawionym w punkcie 4a.

W okresie 2.03.2015-31.03.2015 odbyłam staż naukowy w Politechnice Lwowskiej na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska. W ramach stażu realizowałam dwa bloki zadaniowe. W pierwszym wspólnie z zespołem badawczym

kierowanym przez Panią profesor Krystynę Sobol zajmowałam się modelowaniem mikrostruktury kruszywa keramzytowego modyfikowanego dodatkami w postaci zużytych sorbentów klinoptilolitowych po procesie sorpcji związków ropopochodnych o zmiennych ilościach (5, 10, 15, 20%). Przeprowadzone prace badawcze i symulacje komputerowe wykazały iż optymalny dodatek jaki może stanowić zużyty sorbent zeolitowy to 10%. W związku z tym w swoim osiągnięciu habilitacyjnym zastosowałam taką ilość poszczególnych typów odpadów. Drugi blok prowadzony pod kierunkiem profesora Zinoviya Blikharskyy obejmował otrzymywanie betonów lekkich na bazie kruszyw keramzytowych otrzymanych w wyniku modyfikacji zużytymi sorbentami po procesie sorpcji związków ropopochodnych. Realizowane przeze mnie prace obejmowały analizę mikrostruktury, a zwłaszcza powierzchni kontaktu kruszywo – zaczyn cementowy w otrzymanych betonach lekkich. Efektem naukowym odbytego stażu była publikacja w czasopiśmie z listy JCR pt. “Mechanical and durability properties of concretes incorporating natural zeolite” Markiv T., Sobol K., Franus M., Franus W., 2016, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. vol. 6, 554-562, (IF= 2,194).

e. Współpraca naukowa

W ramach prowadzonych przeze mnie prac badawczych współpracowałam z wieloma jednostkami naukowymi w kraju, między innymi z naukowcami Akademii Górniczo-Hutniczej (Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki), Politechniki Świętokrzyskiej (Wydział Budownictwa i Architektury; Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki), Politechniki Śląskiej (Wydział Górnictwa i Geologii), Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza (Wydział Chemii) oraz z pracownikami Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie, Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach, Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze, Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie, a także z zagranicy: Uniwersytetem w Seville i Grenadzie oraz Politechniką Lwowską.

6. Osiągnięcia dydaktyczne

a. Zajęcia dydaktyczne

W latach 2000-2005 prowadziłam zajęcia dydaktyczne w formie laboratorium z przedmiotu „*Geologia*” dla studentów stacjonarnych II roku oraz „*Ćwiczenia terenowe z Geologii i Geotechniki*”. Od roku 2009 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych i po ukończeniu Studiów podyplomowych „Projektowanie geotechniczne” w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie prowadzę wykłady i laboratoria na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych I stopnia z zakresu przedmiotu „Mechanika gruntów” dla studentów kierunku Budownictwo Politechniki Lubelskiej. Od 2014 roku prowadzę zajęcia dydaktyczne dla studentów II roku studiów stacjonarnych i niestacjonarnych z *Mechaniki Gruntów i Geotechniki* na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej.

Na potrzeby realizacji procesu dydaktycznego na Wydziale Budownictwa i Architektury oraz Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej

opracowałam wspólnie z zespołem dydaktycznym treści programowe zgodne z Krajowymi Ramami Kwalifikacji (sylabusy) dla wszystkich przedmiotów, które prowadzę.

Treści programowe zostały przeze mnie dostosowane także dla potrzeb wykładu prowadzonego w języku angielskim z przedmiotu „*Mechanical of Soils*” dla studentów zagranicznych, który prowadzę od 2014 roku w ramach programu ERASMUS.

b. Udział w realizacji projektów dydaktycznych

W związku z realizowanym na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej projektem dydaktycznym Building Ecological Europe - Civil Engineering Master Studies Curricula in English - FSS/2014HEI/W/0034 – finansowanego w Ramach Funduszy Norweskich jestem współautorem podręcznika akademickiego w języku angielskim „*Special Foundation Engineering*”.

c. Opieka nad studentami i promotorstwo

W swojej dotychczasowej pracy zawodowej po uzyskaniu stopnia doktora brałam czynny udział w opiece nad studentami Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej. Od 2010 roku byłam promotorem 14 prac inżynierskich i 12 magisterskich studentów stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunku Budownictwo. Byłam również autorem 17 recenzji prac inżynierskich i magisterskich.

W okresie swojej działalności zawodowej wielokrotnie pełniłam funkcję opiekuna roku dla studentów stacjonarnych studiów I stopnia kierunku Budownictwo.

Obecnie pełnię funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr Justyny Kujawskiej pt. „Ocena możliwości przyrodniczego zagospodarowania odpadów wiertniczych” prowadzonym w Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej. Promotorem tej rozprawy jest dr hab. inż. Małgorzata Pawłowska, prof. PL.

7. Działalność organizacyjna

W ramach zrealizowanego projektu „Rozbudowa i modernizacja potencjału edukacyjnego i badawczego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej” byłam odpowiedzialna za organizację pracowni Geotechniki. W ramach tych prac uczestniczyłam w projektowaniu i planowaniu organizacji funkcjonowania nowej jednostki. Przygotowałam dokumentację techniczną konieczną do przeprowadzenia procedur przetargowych związanych z wyposażeniem aparaturowym nowej pracowni. Przeprowadziłam także niezbędne szkolenie dla pracowników Wydziału z zakresu możliwości badawczych i obsługi urządzeń znajdujących się na wyposażeniu tej jednostki.

W kadencji 2012-2016 byłam członkiem Uczelnianej Komisji ds. Oceniającej Nauczycieli Akademickich Politechniki Lubelskiej.

Od 2014 roku, jestem członkiem z prawem głosu Polskiego Komitetu Normalizacyjnego KT 307 ds. Zrównoważonego Budownictwa. Do moich obowiązków należy ocena praktycznych możliwości wykorzystania zaproponowanych rozwiązań z zakresu zrównoważonego budownictwa ekologicznego.

Od 2012 roku jestem sekretarzem Komisji ds. Przewodów Doktorskich w dyscyplinie Budownictwo prowadzonych na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej.

W latach 2014-2015 pełniłam funkcję sekretarza trzech międzynarodowych konferencji naukowych realizowanych w ramach programu współpracy transgranicznej PL-BY-UA:

- International Scientific Conference Zeolitic tuff - The chance for the development of the Polish–Ukrainian cross–border area. 21-22 May 2015 Zamość, Poland
- International Scientific Conference Zeolitic tuff - Effective materials containing zeolites their properties and peculiarities of using. 22-24 April 2015 Zhovkva, Ukraine
- Modern technologies of zeolite tuff usage in industry. 20-22 May 2014. Lviv, Ukraina

Byłam członkiem Komitetu Organizacyjnego obchodów 50-lecia Wydziału Budownictwa i Architektury.

Obecnie jestem członkiem Komitetu Organizacyjnego Międzynarodowej Konferencji Zeolitowej: 10th International Conference on The Occurrence, Properties, and Utilization of Natural Zeolites, która odbędzie się w Krakowie, w roku 2018.

Brałam czynny udział w organizacji warsztatów połączonych z konferencją naukową w ramach projektu strukturalnego PO IG: Innowacyjna technologia produkcji zeolitów z popiołów lotnych, Kazimierz Dolny 19-20.11.2010.

8. Działalność popularyzująca naukę

Zespół badawczy, którego jestem członkiem prezentował wyniki naszych prac w ramach czterech Festiwali Nauki w Lublinie (2006, 2007, 2011, 2012). Nasza praca, przedstawiona w roku 2011 „Zeolity - minerały XXI wieku” została wyróżniona przez Komitet Organizacyjny VII Lubelskiego Festiwalu Nauki.

Projekt badawczy pt. „Innowacyjna technologia produkcji zeolitów z popiołów lotnych” w którym uczestniczyłam jako główny wykonawca, otrzymał w ogólnopolskim konkursie Fundusze dla Nauki Nagrodę Sieci Tematycznej w kategorii „Komercjalizacja badań”. Został także opisany w wydawnictwie albumowym

„Fundusze dla Nauki 2011 – Najlepsze projekty” i prezentowany na Konferencji prasowej organizowanej przez Fundację ProRegio 28.11.2011 w Warszawie.

Tematyka naukowa dotycząca badań nad zeolitami, w których aktywnie uczestniczyłam, była przedmiotem 5 audycji i programów telewizyjnych: Laboratorium europejskie (TVP - 2010), Study Tour Lublin - naukowa, europejska wycieczka po Lublinie (TVP Lublin - 2010), Panorama Lubelska (TVP Lublin - 2011), Era wynalazków (TVP-Info - 2012), Panorama Lubelska (TVP Lublin - 2014).

Małgorzata Fronus