

## AUTOREFERAT

### Wykształcenie i przebieg pracy zawodowej

W 1996 r. po ukończonych studiach na Akademii Rolniczej w Szczecinie uzyskałam tytuł zawodowy magistra inżyniera ochrony środowiska o specjalności ocena stanu i zagrożeń środowiska. Studia ukończyłam obroną pracy magisterskiej pt. *Ocena możliwości utylizacji osadów z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Choszczynie* przygotowanej pod opieką Prof. dr. hab. Zdzisława Zabłockiego. Za badania przeprowadzone w ramach pracy magisterskiej i opracowanie ich wyników otrzymałam nagrodę Kierownika Miejskiej Oczyszczalni Ścieków w Choszczynie. W 1997 r. podjęłam pracę na stanowisku asystenta w Katedrze Ekologii i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej w Szczecinie. Obecnie jednostka, w której pracuję, nosi nazwę Katedry Ekologii, Ochrony i Kształtowania Środowiska i funkcjonuje na Wydziale Kształtowania Środowiska i Rolnictwa (WKŚiR) Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie (ZUT w Szczecinie). W okresie asystentury byłam jednocześnie studentką Międzywydziałowych Studiów Doktoranckich (w latach 2000-2001). W 2001 r. na Wydziale Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Akademii Rolniczej w Szczecinie odbyła się publiczna obrona mojej pracy doktorskiej pt. *Ocena poziomu degradacji chemicznej gleb w wyniku wieloletniej produkcji kabli i możliwości ich remediacji*. Pracę przygotowałam pod opieką naukową prof. dr. hab. Zdzisława Zabłockiego. W badaniach korzystałam ze środków Komitetu Badań Naukowych przyznanych w formie grantu promotorskiego oraz środków uzyskanych od Zarządu Fabryki Kabli w Załomiu. Moja praca doktorska została wyróżniona. Uzyskałam stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie naukowej ochrona i kształtowanie środowiska. Po uzyskaniu stopnia doktora zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta w Katedrze Ekologii, Ochrony i Kształtowania Środowiska.

W okresie zatrudnienia podjęłam studia II stopnia w Zachodniopomorskiej Szkole Biznesu w Szczecinie na kierunku ekonomia. W roku 2012 uzyskałam tytuł zawodowy magistra ekonomii o specjalności kapitał ludzki w biznesie na podstawie obronionej pracy magisterskiej pt. *Dylematy kadrowe publicznej uczelni wyższej na przykładzie Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie*, przygotowanej pod opieką naukową dr. hab. Aleksandry Grzesiuk. W konkursie na najlepszą pracę dyplomową wykonaną w Zachodniopomorskiej Szkole Biznesu w Szczecinie w roku akademickim 2011/12 zajęłam II miejsce. W 2013 r. ukończyłam na tej uczelni także studia podyplomowe pn. Psychologia zarządzania, w ramach których

przygotowałam pod kierunkiem mgr Beaty Dobińskiej pracę dyplomową pt. *Wpływ działań i zachowań nauczyciela akademickiego na postawy studentów i ich motywacje do rozwoju*.

W okresie 18 lat zatrudnienia trzykrotnie przebywałam na urloпах macierzyńskich oraz rocznym urlopie dla poratowania zdrowia.

## **Synteza dotychczasowych osiągnięć naukowo-badawczych**

Mój dotychczasowy dorobek naukowy składa się z:

- monografii naukowej będącej podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego (pozycja w załączniku nr 3 - I.A.);
- 4 współautorskich publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) opublikowanych po doktoracie, które w roku opublikowania posiadały IF o łącznej wartości 1,421 (II.A.1-4);
- 73 oryginalnych prac naukowych opublikowanych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych, oraz będących rozdziałami w monografiach naukowych lub publikacjami zamieszczonymi w zeszytach naukowych posiadających punktację KBN lub MNiSW; 60 spośród tych prac zostało opublikowanych po doktoracie; łączna liczba uzyskanych przeze mnie punktów MNiSW według punktacji z roku wydania wynosi 315 (II.B.1-66, II.D.1, 4, 5, 7, 8, 9, 10);
- 5 opracowań zbiorowych, spośród których 4 ukazało się po doktoracie; jedno z tych opracowań dokumentujących przyrodę Pomorza Zachodniego ukazało się w 3 wersjach językowych (II.C.1-5);
- 10 oryginalnych prac naukowych opublikowanych w materiałach międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych, spośród których 7 zostało opublikowanych po doktoracie (II.D.2, 3, 6, 11- 17);

Według bazy Web of Science moje prace były cytowane 11rotnie, a index H jest równy 1.

W okresie zatrudnienia uczestniczyłam w 32 konferencjach tematycznych (20 odbyło się po doktoracie) o randze międzynarodowej (10, w tym 8 w kraju, jedna w Czechach i RPA) i krajowej (22) (II.J.I-32). Podczas tych konferencji zaprezentowałam wyniki 48 prac naukowych, z czego 13 przedstawiłam w formie ustnego referatu, a pozostałe w formie prezentacji posterów.

## **Synteza dotychczas zgromadzonego dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz działalności organizacyjnej**

Bazując na posiadanym wykształceniu z zakresu ochrony środowiska i ekonomii, wiedzy wyniesionej z prowadzonych badań naukowych, praktycznym doświadczeniu rynkowym oraz relacjach ze środowiskami branżowymi, realizowałam zajęcia dydaktyczne z 32 przedmiotów na różnych kierunkach studiów prowadzonych wyłącznie na Wydziale Kształtowania

Środowiska i Rolnictwa ZUT w Szczecinie (wcześniej – do 2008 r. AR w Szczecinie) (III.F.1). Jeden z przedmiotów realizowałam na bazie podręcznika opracowanego w zespole współautorskim z moim udziałem. W 21 programach kształcenia wykorzystuję uczelnianą platformę e-learningową jako narzędzie wsparcia procesu dydaktycznego. Moje średnie obciążenie dydaktyczne w okresie zatrudnienia stanowiło dwukrotność wymiaru pensum adiunkta.

W ramach opieki naukowej nad studentami wypromowałam 87 inżynierów i magistrów ochrony środowiska, spośród których wyłoniono laureatów zarówno krajowych jak i lokalnych konkursów na najlepsze prace dyplomowe (III.G.1). Podczas kilkuletniego sprawowania funkcji pełnomocnika Dziekana WKŚiR ds. studenckiego ruchu naukowego zorganizowałam 3 studenckie obozy naukowe. Sprawuję także opiekę nad studentami podczas realizacji praktyk zawodowych, doradzając im w zakresie wyboru miejsca praktyki i jej programu oraz egzaminuję studentów z osiągniętych rezultatów.

Swoją wiedzę i doświadczenie naukowe wykorzystuję w pracach eksperckich na rzecz samorządów lokalnych i regionalnych, instytucji oraz przedsiębiorców. Wydałam 4 opinie biegłego sądowego (III.J.1), opracowałam 16 dokumentów zamówionych przez jednostki samorządu terytorialnego (III.J.2), sporządziłam 47 dokumentacji środowiskowych dla planowanych przedsięwzięć (III.J.3), wykonałam 2 biznesplany i 1 studium wykonalności (III.J.4), przeprowadziłam 3 krotnie konsultacje społeczne zmian wprowadzanych w przepisach prawa lokalnego i dokumentacjach programowych (III.J.5), wykonałam 29 ekspertyz na zamówienie przedsiębiorców, instytucji, samorządów i organizacji społecznych (III.J.6).

Na mój dorobek popularyzatorski składa się 22 artykuły zamieszczone w czasopiśmie branżowych o zasięgu krajowym (*Przegląd Komunalny, Gazeta Samorządu i Administracji*) (III.F.2.1) oraz 11 publikacji w czasopiśmie popularnonaukowych (*Ekonatura*) (III.F.2.2). Poza tym jako wieloletni redaktor czasopisma *Eko-ZOO Kalendarium* tworzyłam i opracowywałam teksty do 35 numerów tego regionalnego kwartalnika poświęconego ochronie zwierząt i ich humanitarnemu traktowaniu.

W Uczelni pełniłam 19 różnorodnych funkcji organizacyjnych skupionych wokół działalności dydaktycznej i rozwojowej (III.K.), za co 5 krotnie zostałam nagrodzona przez Rektora Uczelni (III.A.1). Reprezentowałam środowisko nauczycieli akademickich w Radzie Wydziału i Senacie Uczelni. Funkcjonowałam w 4 zewnętrznych zespołach eksperckich w randze lokalnej i regionalnej oraz 2 zespołach konkursowych (III.L.1-6). Poza Uczelnią zdobyłam 4 krotne wyróżnienie za działalność społeczną, głównie o obszarze edukacji ekologicznej (III.A.2). W latach 2001-2011 pełniłam społeczną funkcję prezesa szczecińskiego Oddziału Towarzystwa Opieki nad Zwierzętami w Polsce. Z ramienia organizacji jako oskarżyciel posiłkowy uczestniczyłam w 12 sprawach karnych o znęcanie się nad zwierzętami. Podczas 4 letniej kadencji pełniłam funkcję ławnika sądowego w sądzie rejonowym.

Korzystając ze swojej wiedzy i doświadczenia kierowałam 4 projektami o randze regionalnej, dedykowanymi edukacji ekologicznej w zakresie ochrony zwierząt domowych i ich humanitarnego traktowania, finansowanymi z funduszy UE (III.C.1-4).

Ukończyłam 20 różnorodnych szkoleń i kursów w łącznym wymiarze 406 godzin (III.O.2). Przeprowadziłam 15 szkoleń z zakresu ochrony środowiska adresowanych do przedsiębiorców i urzędników w łącznym wymiarze 152 godzin szkoleniowych (III.O.1). Przeprowadziłam ponad 100 godzin prelekcji w szkołach i przedszkolach z zakresu humanitarnego traktowania zwierząt i ich ochrony.

### **Charakterystyka monografii naukowej będącej podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego**

Za moje osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego uznaję monografię pt. *Zawartość wybranych metali ciężkich w glebach poddawanych wieloletniej działalności produkcyjnej* (I.A).<sup>1</sup>

Przyczynkiem do podjęcia przeze mnie badań nad zawartością metali ciężkich w glebach i gruntach na terenach zakładów przemysłowych była chęć potwierdzenia przypuszczeń o ich silnym zanieczyszczeniu wynikającym z wieloletniej presji przemysłowej, w tym często spowodowanej niewłaściwie prowadzoną gospodarką odpadami produkcyjnymi. Na tym etapie pracy naukowej dysponowałam już pewną wiedzą i doświadczeniem z tego zakresu, wyniesionymi z przygotowania mojej pracy doktorskiej, która była efektem pierwszej styczności z tematyką wpływu działalności produkcyjnej na stan gleb na terenie zakładu przemysłowego. Równocześnie zajmując się zagadnieniami gospodarowania odpadami w zakładach przemysłowych poznałam wiele niewłaściwych praktyk w tym zakresie, stosowanych w II połowie XX w. Dzięki częstym kontaktom z przedsiębiorcami uczestniczyłam w istotnych zmianach zachodzących w gospodarowaniu odpadami w przemyśle, które wynikały z rosnących wymagań prawnych i wzrostu zainteresowania zakładów certyfikacją procesów produkcyjnych, także w kontekście ich wpływu na stan środowiska. Wzrost zainteresowania przemysłu problematyką ochrony środowiska, jaki miał miejsce w końcu XX w., dał mi szansę na przekonanie zarządzających niektórymi zakładami o potrzebie i sensie zbadania stanu gleb i gruntów, które przez wiele lat akumulowały zanieczyszczenia wprowadzane na powierzchnię ziemi wraz z odpadami lub innymi substancjami wykorzystywanymi w działalności zakładów.

Wraz z początkiem XXI w. moje badania zyskały dodatkowe uzasadnienie. Transformacja gospodarcza skutkowałą upadłością niektórych badanych przeze mnie zakładów, a w innych obserwowałam zmniejszające się zapotrzebowanie na teren niezbędny do prowadzenia coraz bardziej zautomatyzowanych i skoncentrowanych procesów produkcyjnych. W przypadku zakładów zlokalizowanych w granicach administracyjnych miast jednocześnie obserwowałam

---

<sup>1</sup>Kiepas-Kokot A., 2014. *Zawartość wybranych metali ciężkich w glebach poddawanych wieloletniej działalności produkcyjnej*. Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, ISBN 978-83-7663-170-7, s. 1-99 (egzemplarz pracy załączony do wniosku)

rosnące zainteresowanie deweloperów nadpodażą atrakcyjnie zlokalizowanych nieruchomości przemysłowych. Równocześnie zmianom gospodarczym, towarzyszyły zmiany w przeznaczeniu terenów przemysłowych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego na funkcje ogólnomiejskie. Konsekwencją prawną takiej zmiany funkcji jest spełnienie bardziej restrykcyjnych standardów jakości gleby i ziemi niż w przypadku przeznaczenia terenów na działalność przemysłową. Standardy te odnoszą się m.in. do zawartości niektórych metali ciężkich, które objęłam swoimi badaniami. W tym kontekście prowadzone przeze mnie badania miały odpowiedzieć na pytanie, czy wieloletnia działalność przemysłowa spowodowała poziom zanieczyszczenia gleb i gruntów stanowiący barierę w ich przeznaczaniu na funkcje ogólnomiejskie.

Poza czysto aplikacyjnymi przesłankami w swoich badaniach kierowałam się przede wszystkim celami naukowymi, wśród których generalnym było uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy zakłady produkcyjne różnych branż oddziałują na środowisko, wprowadzając metale ciężkie do gleb, na których są położone, w charakterystycznym dla specyfiki produkcji rodzaju, ilości i rozmieszczeniu. Za cele szczegółowe moich badań prezentowanych w rozprawie habilitacyjnej uznałam:

- ocenę zróżnicowania zawartości metali w glebach badanych zakładów w powiązaniu z wybranymi obiektami technologicznymi i przy uwzględnieniu uszczelnienia powierzchni;
- analizę profilowego rozmieszczenia metali w glebach badanych zakładów z uwzględnieniem składu granulometrycznego gleb i uszczelnienia powierzchni;
- wytypowanie metali charakterystycznych dla specyfiki produkcji zakładów objętych badaniami;
- klasyfikację badanych zakładów pod względem zawartości metali w glebach.

Badania nad zawartością wybranych metali ciężkich w glebach poprzedziłam analizą historii zakładów przemysłowych. Ustaliłam daty rozpoczęcia ich działalności oraz późniejszych zmian istotnych z punktu widzenia moich badań, w niektórych przypadkach także zakończenia ich funkcjonowania. Analizowane zmiany dotyczyły przede wszystkim rodzaju i skali prowadzonej działalności, wytwarzanych produktów i wykorzystywanych surowców. Poznałam technologie wytwarzanych produktów, ich bazę surowcową i charakterystykę powstających odpadów wraz ze zmieniającymi się sposobami postępowania z tymi odpadami. Poczynione przeze mnie ustalenia i ich konfrontacja z literaturą opisującą środowiskowe aspekty działalności przemysłowej pozwoliły mi na sformułowanie założeń, w których uwzględniłam możliwość wystąpienia zależności między poziomem zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi a branżą reprezentowaną przez zakład w jego bieżącej lub historycznej działalności.

Uwzględniając uwarunkowania wynikające z ograniczonej możliwości prowadzenia badań na terenach funkcjonujących zakładów przemysłowych, często o nieustalonej odpowiedzialności za spowodowanie zanieczyszczenia gleby i ziemi, przeprowadziłam badania na terenie 8 zakładów przemysłowych o następującej charakterystyce:

- zlokalizowanych w 3 miejscowościach na terenie województwa zachodniopomorskiego tj. w Szczecinie (6 zakładów), Gryficach (1) i Reczu (1);
- zróżnicowanych pod względem rodzaju prowadzonej działalności, w 4 branżach: spożywczej (browar, cukrownia, zakład drobiarski), nawozowej (zakład produkcji nawozów mineralnych), reprezentujących przemysł stoczniowy (stocznie - produkcyjną i remontową) oraz metalowy (zakłady wytwarzające wyroby metalowe i kable);
- prowadzących działalność w różnym okresie (40 - 160 lat),
- zajmujących różnej wielkości powierzchni (0,5 - 50,7 ha).

Zakresem badań objęłam określenie zawartości 8 wybranych metali ciężkich w glebach: arsenu, kadmu, chromu, miedzi, niklu, rtęci, ołowiu i cynku. Zbadałam również podstawowe właściwości gleb, takie jak skład granulometryczny, zawartość węgla organicznego, azotu ogólnego, węglanu wapnia, a także określiłam pH i przewodnictwo elektryczne właściwe. Badania przeprowadziłam metodami powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie. Zawartość metali ciężkich określiłam w 282 próbkach pochodzących z odwiertów wykonanych ręcznym świdrem glebowym do głębokości wynoszącej maksymalnie 3,7 m. Spośród 31 odwiertów - 27 wykonałam na terenie powierzchni biologicznie czynnych (zadarnionych), a 4 - pod warstwą uszczelniającą (3 w halach produkcyjnych i 1 na zakładowym składowisku odpadów produkcyjnych).

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdziłam, że wieloletnia działalność produkcyjna spowodowała w glebach duże zróżnicowanie w zawartości metali ciężkich. Zawartości te mieściły się w przedziale od ilości uznawanych za naturalne (od kilku do kilkudziesięciu  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) po sięgające prawie 2%. Różnice stwierdziłam zarówno między zakładami, jak i w ich obrębie między wykonywanymi odwiertami glebowymi oraz między próbkami pobieranymi z różnych głębokości tego samego odwiertu. Uzyskane wyniki wskazują na specyfikę zanieczyszczenia terenów zakładów przemysłowych polegającą na dużej zmienności w zawartości metali. Zmienności tej często towarzyszy prawostronna asymetria rozkładu, co wskazuje, że wysokie zawartości metali nie są częste. Ustalona prawidłowość znajduje potwierdzenie we wcześniej prowadzonych badaniach na terenach przemysłowych, gdzie stwierdzano punktowy charakter zanieczyszczeń tego typu obszarów.

Wertykalne rozmieszczenie metali ciężkich w glebach nie okazało się specyficzne dla działalności prowadzonej przez badane zakłady. Największą zawartość metali odnotowywałam zarówno w próbkach glebowych pochodzących z górnej, dolnej, jak i ze środkowej części wykonanych odwiertów. Brak jednego wzorca wertykalnego rozmieszczenia metali uznałam za wskazanie na różny możliwy sposób ich przedostawania się do gleb.

Wysokie zawartości metali ciężkich w glebach terenów przemysłowych mogą przekraczać dopuszczalne zawartości (standardy) ustalone dla różnych typów użytkowania. W badaniach stwierdziłam występowanie przekroczeń dopuszczalnych zawartości metali określonych dla terenów przemysłowych w glebach 3 zakładów: produkcji nawozów mineralnych, wyrobów metalowych i kabli. Przekroczenia te dotyczyły pojedynczych metali, co także potwierdza publikowane wcześniej wyniki prac w tym zakresie.

Stwierdziłam, że ilość i rodzaj metali w glebach zakładów przemysłowych są zależne od rodzaju prowadzonej działalności produkcyjnej. Zawartość metali była najmniejsza w glebach na terenie zakładów branży spożywczej. W zakładach tych metale nie stanowią surowców ani materiałów wykorzystywanych w produkcji, nie są też ich znaczącymi składnikami. Wysoka zawartość metali w glebach na terenach innych zakładów wynika z wykorzystywania tych metali jako surowców i materiałów. W glebach z terenu obu stoczni stwierdziłam większe ilości metali (zwłaszcza ołowiu i cynku) niż w glebach z terenów zakładów przemysłu spożywczego. Najwyższą zawartość metali stwierdziłam w glebach na terenie zakładów związanych z produkcją kabli i wyrobów metalowych oraz na terenie zakładu produkcji nawozów mineralnych.

W typowaniu metali charakterystycznych dla badanych zakładów wykorzystałam statystyczną analizę skupień, w szczególności grupowanie blokowe obiektów (zakładów) i ich cech (zawartości poszczególnych metali w glebach). Dzięki zastosowaniu tej metody ustaliłam dla badanych zakładów listę od dwóch do sześciu metali występujących w glebach charakterystycznych dla specyfiki ich produkcji. Specyfiki takiej nie stwierdziłam w glebach dla zakładów branży spożywczej, o niskiej zawartości metali w glebach. Charakterystycznym metalem występującym w dużej ilości w glebach na terenie fabryki kabli jest miedź, pochodząca z podstawowego surowca, jakim jest walcówka miedziana. Na terenie zakładu produkcji wyrobów metalowych w glebach stwierdziłam najwyższą zawartość miedzi, niklu i chromu, które są podstawowymi składnikami stosowanych w tym zakładzie cieczy galwanicznych. Produkcja nawozów mineralnych spowodowała zanieczyszczenie gleby większością badanych metali, co wskazuje na polimetaliczny skład surowców wykorzystywanych w produkcji. Wytypowane metale charakterystyczne pozostają więc w dużej zgodności z założeniami opartymi na analizie bazy surowcowej, materiałowej, produktowej i odpadowej zakładów. Wskazuje to jednoznacznie na zasadność stosowania analizy skupień w ocenie stanu i zagrożenia zanieczyszczenia gleb.

W swoich badaniach w celu sklasyfikowania badanych zakładów i odwiertów ze względu na zawartość oznaczonych metali zastosowałam analizę czynnikową metodą składowych głównych PCA. Stwierdziłam, że badaną zbiorowość próbek glebowych najsilniej różnicuje zawartość miedzi, chromu i niklu, przy czym wysokiej zawartości miedzi towarzyszyła niska zawartość chromu i niklu. Zawartość tych trzech metali nie pozostawała w związku z ilością pozostałych badanych metali. Przeprowadzona analiza PCA wskazała, że specyfikę badanych zakładów przemysłowych najtrafniej określają zawartości metali w odwiertach, w których stwierdzono ponadnormatywne zawartości metali (tj. z terenu zakładu produkcji nawozów mineralnych, zakładu produkcji wyrobów metalowych i neutralizatorni w fabryce kabli). Obiekty te wyraźnie różniły się od pozostałych badanych. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że gleb terenów przemysłowych nie należy traktować jako grupy zbiorowości o podobnych cechach. Konsekwencją takich ustaleń na poziomie praktycznym jest konieczność stosowania bardzo zindywidualizowanego podejścia w badaniach terenów przemysłowych i poprzemysłowych w ocenie zagrożeń dla środowiska i potrzeb remediacji.

Przy dużym narażeniu gleb na kontakt z metalami oraz długim czasie ich ekspozycji uszczelnienie i przykrycie gleb okazało się niewystarczającą ochroną przed zanieczyszczeniem. Badania nad efektem przykrycia gleb terenów przemysłowych wykazały, że uszczelnienie wykonane z materiałów cementowych nie stanowi w pełni skutecznej ochrony przed zanieczyszczeniem. Przy dużych ładunkach metali trafiających na powierzchnię przykrytą zarówno płyty chodnikowe, jak i wylewkę betonową grunt znajdujący się pod przykryciem zawierał wysokie zawartości metali. Charakterystyczna dla badanych obiektów była płynna postać związków zawierających metale, które trafiały na powierzchnię przykrytą, co mogło ułatwiać ich wglębną migrację. Aplikacyjnym wynikiem przeprowadzonych badań może być zalecenie, aby w badaniach stanu zanieczyszczenia gleb terenów przemysłowych i ocenie potrzeb ich remediacji nie pomijać gleb przykrytych, zwłaszcza jeśli uszczelnienie jest wykonane z materiałów cementowych, substancje zawierające związki metali mają (lub miały) formę ciekłą, a działalność prowadzona jest (lub była) w długim okresie czasu.

Na etapie interpretacji uzyskanych wyników napotkałam na problemy klasyfikacji badanych gleb. Zaliczyłam je do gleb antropogenicznych. Na poziomie typu natomiast spełniały one zarówno przesłanki zaliczenia ich do urbiziemów, jak i industrioziemów, głównie z powodu lokalizacji badanych zakładów w strukturze przestrzennej miast. Choć ustalony poziom przekształceń jest bliższy industrioziemom, to jednak w typie tym nie wyróżnia się charakterystycznych dla zakładów objętych badaniami - ekranosoli (gleb uszczelnionych i przykrytych).

Z przeprowadzonych badań wynika, że zawartość metali ciężkich w glebach wewnętrznych obszarów zakładów przemysłowych jest trwałym zapisem niekorzystnych oddziaływań przemysłu na środowisko. W literaturze przedmiotu tym zagadnieniem poświęcono znacznie mniej uwagi niż niekorzystnym oddziaływaniom zakładów przemysłowych na ich otoczenie, dokonującym się za pośrednictwem emisji wprowadzanych do powietrza i wód. Takie podejście jest w pełni uzasadnione koniecznością ochrony zdrowia i życia ludzi, narażonych na ekspozycję przede wszystkim na zanieczyszczenia obecne w atmosferze. Kompleksowość ochrony środowiska zobowiązuje jednak do poznania stanu i stosowania ochrony każdego z elementów środowiska. Wiedza uzyskana w toku przeprowadzonych przeze mnie badań stanowi uzupełnienie dotychczasowego dorobku w zakresie oceny stanu i zagrożeń gleb terenów przemysłowych, a jednocześnie wskazuje na ogrom problemów związanych z tzw. historycznym zanieczyszczeniem gleb, często o nieustalonym sprawstwie i trudnościami w realizacji zasad ochrony środowiska, przede wszystkim zasady materialnej odpowiedzialności sprawcy zanieczyszczającego środowisko.

#### Wkład w rozwój dziedziny nauk rolniczych, w tym dyscypliny ochrona i kształtowanie środowiska.

Problematyka przedstawiona w mojej rozprawie habilitacyjnej obejmuje zagadnienia racjonalnego gospodarowania środowiskiem glebowym, które stanowi jeden z elementów dyscypliny naukowej określanej jako ochrona i kształtowanie środowiska.



Praca wpisuje się w trend badań nad oceną skutków wynikających z różnych funkcji gleb, w tym przypadku dokumentuje stan ich zdegradowania spowodowany wykorzystaniem powierzchni ziemi do prowadzenia wieloletniej działalności produkcyjnej o różnym charakterze. Tym samym uzupełnia stan obecnej wiedzy o degradacji chemicznej gleb, wskazując na związki między rodzajem działalności przemysłowej a zawartością metali ciężkich w glebach znajdujących się w obrębie zakładów. Przedstawia tereny zakładów przemysłowych jako znaczące ogniska zanieczyszczeń, które z gleb mogą być transportowane do wód a wraz z nimi powodować zanieczyszczenie terenów znacząco odległych od nich samych, wykorzystywanych w różnych funkcjach, także na potrzeby produkcji rolniczej.

Praca wnosi nowe wartości poznawcze o zanieczyszczeniu gleb i ich silnym zróżnicowaniu w związku z produkcją nawozową, stoczniową i metalową. Wskazuje na szczególną potrzebę wzmocnienia ochrony gleb przed skutkami ich wykorzystywania w tego rodzaju działalności produkcyjnej. Jednocześnie wskazuje, że prawne instrumenty ochrony gleb, w postaci obowiązku doprowadzenia zanieczyszczonej gleby i ziemi do stanu wymaganego standardami jakości nie są skutecznie egzekwowane. Ugruntowuje wiedzę o tym, że gleba i ziemia w granicach zakładów przemysłowych nie jest poddawana badaniom pod kątem ich zanieczyszczenia, a więc stan i zagrożenia dla pozostałych elementów środowiska są niedostatecznie rozpoznane.

Uzyskane wyniki pokazują jednoznacznie, że gleb zajętych pod działalność produkcyjną nie należy traktować jako jednorodnego zbioru. Jak pokazały wyniki badań zakłady branży spożywczej nie powodują istotnej zmiany chemizmu gleb dlatego decyzje dotyczące ich lokowania na obszarach rolniczych mogą być swoistym kompromisem między zachowaniem zasobów gleb w odpowiedniej jakości a ich wykorzystywaniem w celach wielofunkcyjnego rozwoju obszarów wiejskich.

Pozwala na sformułowanie wytycznych wzmocniających ochronę rolniczej przestrzeni produkcyjnej przed skutkami działalności przemysłowej w kontekście rosnącego zainteresowania przedsiębiorców relokacją zakładów przemysłowych z centralnych części miast na obszary nieurbanizowane, gdzie wartość nieruchomości jest często znacząco niższa a ich dostępność komunikacyjna znacznie lepsza. Wskazuje na potrzebę skoordynowania poszczególnych decyzji inwestycyjnych na obszarach wiejskich z wykorzystaniem narzędzi planowania przestrzennego w celu zapobiegania przeznaczania gruntów rolnych na cele przemysłowe, wykorzystując niedoskonały mechanizm decyzji o warunkach zabudowy.

Wyniki badań zawarte w mojej rozprawie wnoszą do zasobów wiedzy informacje o praktycznie nieodwracalnych zmianach chemizmu gleb w wyniku wieloletniej działalności produkcyjnej. Mogą być więc źródłem rzeczowej argumentacji postulującej zwiększenie ostrożności w przeznaczaniu gruntów użytkowanych rolniczo na cele

niezwiązane z produkcją rolną, kierują się krótkowzroczną polityką gmin opartą na perspektywie wzrostu dochodów podatkowych.

Wyniki moich badań utwierdzają w słuszności poglądy wskazujące na konieczność monitorowania zmian chemizmu gleb w granicach prowadzonej działalności przemysłowej, przynajmniej z równą starannością jaką dotychczas objęto emisje zanieczyszczeń do atmosfery i wód. Podkreśla wysoce negatywne oddziaływanie gospodarki odpadami przemysłowymi na jakość środowiska przede wszystkim gleb, wskazując na potrzebę szczególnego zainteresowania sposobem gospodarowania odpadami na terenie zakładów.

### **Charakterystyka pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych**

Prowadzona przeze mnie działalność naukowa obejmuje zagadnienia z zakresu ochrony i kształtowania środowiska, w tym głównie gospodarki odpadami oraz ochrony gleb przed zanieczyszczeniem. Przedmiotem mojego zainteresowania są zagadnienia technologiczne, prawne i ekonomiczne związane z ochroną środowiska, jak również aspekty społeczne dotyczące świadomości ekologicznej i jakości życia mieszkańców zwłaszcza obszarów zurbanizowanych.

W dużym uproszczeniu główną tematykę moich dotychczasowych badań można zgrupować w następujących zagadnieniach:

1. przetwarzanie odpadów: kompostowanie i wermikompostowanie;
2. gospodarcze wykorzystanie odpadów i nawozów organicznych;
3. środowiskowe skutki gospodarowania;
4. remediacja gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi i substancjami ropopochodnymi;

Ewolucja realizowanych przeze mnie tematów badawczych wynikała z rozwoju moich zainteresowań oraz możliwości prowadzenia badań. Często swoje badania realizowałam we współpracy z podmiotami gospodarczymi, które zgłaszały potrzebę rozwiązania konkretnych problemów środowiskowych, wynikających z prowadzonej działalności. Przetwarzanie i zagospodarowywanie odpadów organicznych oraz wytworzonych z nich produktów wciąż budzi zainteresowanie środowiska przedsiębiorców, które boryka się z wysokimi kosztami gospodarki odpadami w prowadzonej działalności. Rośnie zainteresowanie badaniami środowiska gruntowo-wodnego pod kątem zanieczyszczenia metalami ciężkimi i substancjami ropopochodnymi. Wzrasta świadomość potrzeb ochrony zasobów środowiska i zapewnienia wysokiej jakości życia mieszkańców na obszarach zurbanizowanych. Dlatego podjęte przeze mnie badania wychodzą naprzeciw tym potrzebom.

#### **1. Przetwarzanie odpadów: kompostowanie i wermikompostowanie**

W toku badań nad przetwarzaniem odpadów zajmowałam się zarówno technologią tradycyjnego kompostowania odpadów organicznych, jak również ich wermikompostowania przy udziale dżdżownic *Eisenia fetida* (II.B.3,8,17,21,29; II.D.1-5,8-10). Efekty uzyskiwane w procesie wermikompostowania najczęściej oceniałam przez ich porównanie z efektywnością tradycyjnego kompostowania odpadów (II.B.8,17,36;II.D.4). Celem moich badań prowadzonych nad wermikompostowaniem odpadów było ustalenie:

- które z odpadów, wytwarzanych w działalności komunalnej i przemysłowej, stwarzają wystarczająco dobre warunki do życia dżdżownicom *Eisenia fetida*, pozwalające na osiągnięcie przez nie wysokiej biomasy i rozrodczości, a jednocześnie umożliwiają wytworzenie wysokiej jakości wermikompostu (II.B.3,II.D.1,2,5,9,10);
- jak należy komponować podłoża hodowlane i w jaki sposób przygotować je do zasiedlenia przez dżdżownice aby zminimalizować ryzyko niepowodzenia hodowli (II.B.3,II.D.1,2,5,9,10);
- czy przemiany zachodzące podczas wermikompostowania odpadów różnią się od następujących w klasycznym procesie kompostowania na tyle, by rekompensowały wyższe nakłady i ryzyko związane z prowadzeniem hodowli dżdżownic (II.B.8,II.D.4);
- jakie bariery stoją przed zastosowaniem technologii wermikompostowania w skali gospodarczej i jak można je ograniczyć lub wyeliminować? (II.B.8,21,29;II.D.3,8,9,10)

Badania nad procesem wermikompostowania prowadziłam w pracowni lumbrikologicznej założonej przez dr. J. F. Kotowskiego. Na bazie posiadanej kontenerowej hodowli dżdżownic prowadziłam badania nad przeżywalnością dżdżownic w różnych podłożach hodowlanych, obserwowałam ich wzrost, rozwój i rozrodczość. Podłoża hodowlane w różnym stopniu przetworzenia poddawałam badaniom chemicznym, mikrobiologicznym, parazytologicznym. Weryfikację uzyskiwanych wyników badań laboratoryjnych prowadziłam na terenie kilku oczyszczalni ścieków oraz firm prowadzących komercyjne hodowle dżdżownic. Podczas badań wykonywałam analizy porównawcze wyników tradycyjnego kompostowania i wermikompostowania. Odpady wykorzystywane do przetwarzania pod kątem zawartości składników nawozowych i zawartości metali ciężkich badałam samodzielnie. We współpracy z innymi naukowcami wykonywałam badania mikrobiologiczne i parazytologiczne. Umiejętności analityczne w zakresie badań chemicznych doskonaliłam na stażu w okręgowej stacji chemiczno-rolniczej oraz na szkoleniach i warsztatach analitycznych. Materiałem wykorzystywanym w badaniach były komunalne osady ściekowe z oczyszczalni ścieków w Choszcznie, Goleniowie, Reczu, Gryfinie, Stargardzie Szczecińskim, Łowiczu, Praszce, Wrocławiu, Kluczborku, a ponadto osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych np. papierni, zakładu produkcji włókien sztucznych, fabryki kabli, zakładów drobiarskich. W doświadczeniach wykorzystywałam także odpady biodegradowalne z gospodarstw domowych, odpady z pielęgnacji terenów zieleni oraz obornik z hodowli różnych zwierząt. Korzystałam także ze strukturotwórczych dodatków tj. kora, trociny, zrębki drzewne, makulatura.

Do najważniejszych efektów prowadzonych przeze mnie badań zaliczam:

- określenie zróżnicowania właściwości wermikompostów w zależności od wykorzystanych surowców, technologii produkcji (kontenerowa, terenowa) i zagęszczenia dżdżownic w podłożach, ze wskazaniem na wyraźnie lepsze efekty osiągane w technologii kontenerowej przy dużym zagęszczeniu dżdżownic, tj. wyższe koncentracje składników i krótszy czas produkcji, przy jednocześnie wyższym ryzyku niepowodzenia hodowlanego (wzrost śmiertelności dżdżownic w warunkach wysokiego zasolenia podłoża) (II.D.3,II.D.4,8,9,10);
- ustalenie przyczyny zmniejszania masy i ograniczania rozrodczości dżdżownic w przetwarzanych podłożach po około 6 tygodniach wermikompostowania jako wzrostu zasolenia podłoży pogarszającego warunki życia dżdżownic, wymuszającego ich wydzielenie z przetwarzanego podłoża (II.B.17);
- potwierdzenie możliwości wykorzystania niektórych przemysłowych osadów ściekowych do komponowania podłoży hodowlanych niewykazujących właściwości toksycznych dla dżdżownic, w tym także pozwalających na sterowanie rozwojem populacji w pożądanym kierunku (np. użycie osadów z papierni jako stymulatora rozrodczości, który można wykorzystywać do odtwarzania populacji w hodowlach terenowych po zimowym spadku zagęszczenia) (II.D.2,5,10);
- ustalenie ok. 50% dodatku trocin jako optymalnego dla wzrostu i rozwoju dżdżownic oraz korzystnych zmian właściwości komunalnych osadów ściekowych (struktura, zapach) przy zachowaniu minimum tygodniowego (czasem kilkakrotnie dłuższego jak w przypadku osadów z przemysłu drobiarskiego - 9 tyg.) okresu wstępnego rozkładu poprzedzającego zasiedlenie podłoża dżdżownicami (redukcja stężenia toksycznego dla dżdżownic amoniaku) (II.D.1,9,10);
- poznanie skutków niekorzystnych przemian mikrobiologicznych zachodzących w niskotemperaturowym procesie wermikompostowania osadów ściekowych, w postaci dynamicznego wzrostu liczebności chorobotwórczych bakterii z grupy *Coli* w wytworzonych wermikompostach, eliminującego możliwość ich bezpiecznego stosowania w uprawie roślin, bez wcześniejszej higienizacji (II.D.3);
- ustalenie braku korzystnego wpływu procesu wermikompostowania na redukcję liczby żywych jaj pasożytów jelitowych, przez co ich stosowanie w uprawie warzyw i owoców zwiększa ryzyko zakażenia konsumentów (II.B.21,29);
- ustalenie, że proces wermikompostowania odpadów, przede wszystkim komunalnych osadów ściekowych, wymagający wyższych nakładów i większego zaangażowania w jego prowadzenie, nie zyskuje znaczącej przewagi w porównaniu do efektów tradycyjnego kompostowania, co stanowi podstawowy czynnik utrzymujący tę technologię przetwarzania odpadów przede wszystkim na poziomie doświadczalnym i amatorskim (II.D.4);

- opracowanie metodologii prostego pomiaru przemian zachodzących w procesie wermikompostowania odpadów na podstawie konduktywności i wykorzystywania wyników tego pomiaru do podejmowania decyzji hodowlanych (II.B.17);

Wiedzę i doświadczenie wyniesione z badań nad hodowlą dżdżownic i przetwarzaniem odpadów z ich udziałem wykorzystywałam we współpracy z producentami wermikompostu, przy opracowywaniu rynkowej oferty ich produktów, uzyskiwaniu zezwolenia ministra właściwego ds. rolnictwa na wprowadzenie tych produktów do obrotu oraz podczas pełnienia roli biegłego sądowego, wydając opinie sądowe w sprawach związanych z hodowlą dżdżownic i produkcją biohumusu.

Korzystając z posiadanej wiedzy, opracowałam koncepcję zagospodarowania odpadów z pielęgnacji zieleni zakładowej w Elektrowni Dolna Odra w Nowym Czarnowie, uwzględniając w nich charakterystykę bazy surowcowej (z charakterystycznym jej zapiaszczeniem powstającym podczas pozyskiwania) i jakości wytworzonego kompostu (II.B.22). Na bazie wytworzonego kompostu według opracowanej przeze mnie receptury przeprowadziłam we współpracy z innymi naukowcami badania nad możliwością jego zastosowania w uprawie roślin, głównie traw (II.A.2,4; II.B.29).

W okresie inwazji szrotówka kasztanowcowiaczka, szkodnika kasztanowców białych i licznych badań nad poszukiwaniem sposobów ograniczenia jego liczebności prowadziłam badania nad przeżywalnością poczwerek tego szkodnika w procesie kompostowania liści kasztanowca. W efekcie stwierdziłam, że niskotemperaturowe kompostowanie przymowe nie pozwala na osiągnięcie zadowalających efektów redukcji poczwerek tego szkodnika (II.B.38,45,49,56).

## **2. Gospodarcze wykorzystanie odpadów i nawozów organicznych**

Celem moich badań nad wykorzystaniem odpadów, kompostów i wermikompostów w uprawie roślin i rekultywacji gleb było dążenie do ograniczenia ich składowania na rzecz zagospodarowania zawartych w nich zasobów materii organicznej i składników pokarmowych. Poruszonymi przeze mnie problemami badawczymi była ocena wpływu odpadów (w tym przede wszystkim osadów ściekowych) i nawozów organicznych (kompostów i wermikompostów) na:

- wzrost i plonowanie roślin oraz jakość plonów wybranych roślin (II.A.2.4;II.B.1,4,6,15,42);
- utrzymanie warstwy biologicznej na gruntach zdegradowanych (terenach przemysłowych, rekultywowanych składowiskach odpadów) (II.B.26,46);

Wartość nawozową odpadów oraz wytworzonych przeze mnie kompostów i wermikompostów oceniałam na podstawie analiz chemicznych oraz w doświadczeniach uprawowych. We współpracy z Instytutem Warzywnictwa w Skierniewicach prowadziłam badania wykorzystania wermikompostów w uprawie warzyw, testując zachowanie siewek pomidora w podłożach uprawowych z ich udziałem. Badania te wiązały się również z oceną pobrania przez siewki pomidora niektórych metali ciężkich np. kadmu. W uprawie pod

osłonami badałam wykorzystanie wermikompostów w uprawie papryki, stosując je jako komponenty podłoży uprawowych oraz w nawożeniu pogłównym. Poza oceną plonowania papryki oceniałam zawartość wybranych metali ciężkich w jej owocach. Do najistotniejszych efektów prowadzonych przeze mnie badań zaliczam:

- ustalenie wysokiego poziomu akumulacji metali ciężkich (zwłaszcza ołowiu) przez owoce papryki uprawiane w podłożach z udziałem wermikompostów wytworzonych z odpadów, obniżającego wartość biologiczną plonu mimo obserwowanego korzystnego wpływu na poziom plonowania (II.B.6);
- określenie roli materii organicznej zawartej w wermikompostach i podłożach uprawowych z ich udziałem polegającej na ograniczeniu pobrania kadmu przez siewki pomidorów (II.B.4);
- hamującego wpływu wermikompostów na fazę wschodu roślin uprawnych, co wskazuje na wyższą efektywność ich wykorzystywania do nawożenia pogłównego (II.B.1,4,15);
- określenie przydatności mączki fosforowo-białkowo-tłuszczowej - odpadu wytwarzanego w procesie oczyszczania ścieków rzeźniczych w zakładach drobiarskich - do komponowania podłoży uprawowych na bazie torfu, wykorzystując jej właściwości do regulowania odczynu torfu (II.B.7,9);
- stwierdzenie bardzo wysokich zawartości metali charakterystycznych w osadach ściekowych (głównie miedzi i niklu) z niewielkich oczyszczalni powiązanych z okresowym dopływem ścieków przemysłowych (z fabryki kabli, z galwanizerni), które eliminują możliwość ich przyrodniczego zagospodarowania, nawet do ukształtowania warstwy biologicznej na rekultywowanych składowiskach odpadów komunalnych (II.B.34,35,46);
- stwierdzenie korzystnych efektów nawożenia traw kompostami wytworzonymi z odpadów zieleni oraz osadów ściekowych, zwłaszcza w efekcie nawożenia pogłównego (II.A.2,4).

### **3. Środowiskowe skutki gospodarowania**

Do podjęcia badań nad wpływem działalności gospodarczej na stan środowiska zachęciły mnie wieloletnie badania prowadzone w zatrudniającej mnie jednostce pod kierownictwem prof. dr. hab. Saturnina Borowca, a następnie kontynuowane pod kierownictwem prof. dr. hab. Zdzisława Zabłockiego. Badania, w których miałam przyjemność uczestniczyć już na etapie dyplomu magisterskiego, obejmowały skutki oddziaływania dużych zakładów przemysłowych (Zakładów Chemicznych "Police" oraz Elektrowni "Dolna Odra") na ich przyrodnicze otoczenie, na skutek depozycji gazów i pyłów wprowadzanych do atmosfery w wyniku prowadzonych procesów produkcyjnych. W świetle zdobytej wiedzy i doświadczenia moje badania zaczęły koncentrować się nad środowiskowymi skutkami działalności przemysłowej wewnątrz zakładów, zwłaszcza w aspekcie ich oddziaływania na

powierzchnię ziemi. Mimo napotkanych przeszkód wynikających z obaw posiadaczy nieruchomości przed konsekwencjami wynikającymi z ustalonego stanu zanieczyszczenia, stopniowo wraz z postępującym wzrostem otwartości zakładów na kwestie środowiskowe udało mi się zrealizować swoje zamierzenia czego efektem są wyniki badań zamieszczone przede wszystkim w treści rozpraw doktorskiej i habilitacyjnej.

Prowadzone przeze mnie badania różnorodnych skutków środowiskowych wynikających z procesów urbanizacji i industrializacji pozwoliły mi na sformułowanie następujących konkluzji:

- lokalizacja obiektów przemysłowej hodowli zwierząt np. nerek na obszarach rolniczo-leśnych może powodować znaczące negatywne skutki dla produkcji leśnej powodując zamieranie lasu na skutek presji azotogennej; negatywny wpływ obejmuje także wody gruntowe i podziemne (II.A.3);
- zakłady przemysłowe, zwłaszcza zajmujące się wytwarzaniem wyrobów metalowych, zrzucające podczyszczone ścieki przemysłowe do kanalizacji mogą powodować silne zanieczyszczenie metalami ciężkimi osadu czynnego a w konsekwencji także osadu nadmiernego w obiektach komunalnych oczyszczalni ścieków a przez to wpływać ograniczająco na możliwość zagospodarowania osadów ściekowych (II.B.16,34,35);
- rośliny a zwłaszcza szpilki sosny i mchy są dobrymi bioindykatorami zmian wielkości emisji zanieczyszczeń do atmosfery (np. rtęci), które obecnie potwierdzają malejący poziom emisji metali do atmosfery z procesów przemysłowych np. spalania węgla (II.B.27);
- na terenach zakładów przemysłowych, w glebach silnie zanieczyszczonych metalami ciężkimi np. miedzią liczebność mikroorganizmów glebowych (bakterii, promieniowców, mikroorganizmów amylo- i lipolitycznych) pozostaje w ujemnej korelacji z ilością metali ciężkich, w przeciwieństwie do grzybów dominujących w silnie zanieczyszczonym i zakanalizowanym środowisku gleb przemysłowych (np. dominacja grzybów z gat. *Paecilomyces lilacinus*) (II.B.13,40);
- nicienie owadobójcze z rodziny *Steinernematidae* i *Heterorhabditidae* występują licznie w glebach poddanych silnej antropopresji co świadczy o ich wysokiej odporności na zanieczyszczenia przemysłowe (II.B.33,39).

#### **4. Remediacja gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi i substancjami ropopochodnymi**

Rozpoznanie stanu zanieczyszczenia gleb, zwłaszcza w sytuacji kiedy powierzchnia ziemi była lub jest wykorzystywana na działalność przemysłową (II.B.18,20,24) skłoniło mnie do

poszukiwania skutecznych metod oczyszczania gleb z metali ciężkich i substancji ropopochodnych. Moje badania w tym kierunku uwzględniały potrzebę prowadzenia procesu oczyszczania gleb bez przerywania produkcji w zakładach, dlatego podstawowymi badanymi przeze mnie metodami były fitoekstrakcja i biooemdiacja (II.A.1; II.B.5,19; II.D.7) .

W pracy naukowej dotyczącej fitoekstrakcji koncentrowałam się nad doborem gatunków roślin o dużym potencjale fitoremediacyjnym (II.B.23), prowadzonym na podstawie reakcji roślin na zanieczyszczone środowisko glebowe oraz zdolności do pobierania i gromadzenia metali a także ich transportu do części nadziemnych. Poszukiwałam rozwiązania problemu ograniczonego rozwoju korzeni w glebach zanieczyszczonych metalami ciężkimi (II.B.2,12).

Wyniki moich badań ujawniły liczne bariery w stosowaniu fitoekstrakcji do oczyszczania z metali silnie zanieczyszczonych gleb znajdujących się na terenach przemysłowych. Do zidentyfikowanych przeze mnie barier zaliczam:

- występowanie zanieczyszczonych warstw gleb poza zasięgiem ryzosfery roślin o potencjalnie dużych zdolnościach do akumulacji metali i zdolności adaptacyjnej do warunków zanieczyszczenia;
- silna redukcja długości i masy korzeni roślin uprawianych na silnie zanieczyszczonych glebach, zmniejszająca zasięg penetracji zanieczyszczonych warstw gleby, umożliwiającą pobieranie zanieczyszczeń;
- niepełne pokrycie roślinnością powierzchni gleby, wynikające z ograniczonej zdolności kiełkowania roślin w zanieczyszczonej glebie;
- ograniczenia w transporcie metali z korzeni do części nadziemnej, wpływające na zmniejszenie efektywności fitoekstrakcji i uniemożliwiające długookresowe wykorzystywanie tych samych roślin np. traw w procesie oczyszczania;

W celu poprawy efektów prowadzonej doświadczalnie fitoekstrakcji metali, wspólnie z fitopatologami podjęłam badania nad wpływem infekcji mikoryzowych na poprawę warunków wzrostu roślin i efektywność pobierania metali ciężkich z zanieczyszczonych gleb. Obiecujące wyniki badań uzyskałam po zainfekowaniu roślin zarodnikami grzybów arbuskularnych z rodzaju *Glomus* (*G. constrictum*, *G. geosporum*, *G. claroideum*, *G. mosseae*, *G. laccatum*) (II.B.14,31). Do efektów prowadzonych w tym zakresie prac mogę zaliczyć następujące ustalenia:

- korzystną z punktu widzenia stosowania fitoekstrakcji w praktyce zmianę we wzroście roślin na silnie zanieczyszczonych glebach, następującą pod wpływem infekcji mikoryzowej i polegającą na ograniczeniu fitotoksycznego oddziaływania zanieczyszczeń na wzrost pędów i korzeni oraz biomasę;



- korzystne zwiększenie ilości pobieranych z zanieczyszczonych gleb metali ciężkich przez rośliny, zwłaszcza trawy, będące efektem ograniczenia fitotoksyczności w obecności grzybów mikoryzowych.

Najbardziej satysfakcjonujące efekty uzyskałam w doświadczeniach z wykorzystaniem traw, które są dobrym materiałem do trwałego zadarnienia powierzchni biologicznych na terenie zakładów przemysłowych. Taka sytuacja umożliwia zarówno ochronę gleb przed zanieczyszczeniem przez ich trwałe pokrycie jak również oczyszczanie przez okresowe usuwanie wytworzonej biomasy. Badania nam możliwościami zagospodarowania wytworzonej biomasy wykazały, że wytwarzane z niej komposty mogą być stosowane w utrzymaniu zielni zakładowej lub miejskiej.

Badania gleb terenów przemysłowych wskazywały na często łączne występowanie w glebach podwyższonej zawartości metali ciężkich jak również substancji ropopochodnych. W związku z tym jednym z realizowanych przeze mnie wątków badawczych była analiza efektywności usuwania związków ropopochodnych, o długim okresie zalegania, na drodze bioremediacji. W badaniach oceniałam efektywność stosowanej agrotechniki i zmiany mikrobiologiczne zachodzące w glebach zanieczyszczonych. Korzystając z własnych doświadczeń w zakresie hodowli dżdżownic, prowadziłam badania w zakresie ich tolerancji na istniejące rzeczywiste zanieczyszczenie gleb z terenów przemysłowych, oceniając w ten sposób możliwości prowadzenia efektywnej bioremediacji (II.D.6). Prowadzone przeze mnie badania wykazały, że:

- stosowanie nawożenia, nawadniania i natleniania gleb terenów przemysłowych zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi stymuluje procesy rozkładu tych zanieczyszczeń, ale efektywność bioremediacji jest silnie zależna od okresu zalegania ropopochodnych w glebach;
- utrzymywanie trwałego zadarnienia zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi powierzchni biologicznie czynnych ogranicza efektywność bioremediacji;
- proponowane techniki bioremediacyjne (nawożenie, nawadnianie, natlenianie) są możliwe do zastosowania na powierzchniach biologicznie czynnych bez przerywania pracy zakładu ale ich efekt ogranicza się tylko do płytkich warstw gleb;
- zanieczyszczenie gleb substancjami ropopochodnymi wynikające z długotrwałego i silnego oddziaływania procesów produkcyjnych działa silnie hamująco na wzrost i rozwój dżdżownic *Eisenia fetida*, co eliminuje je z możliwości wykorzystania do poprawy warunków tlenowych w glebach sprzyjających rozkładowi tych związków;

- reakcje dżdżownic *Eisenia fetida* można wykorzystywać do pomiaru postępów procesów bioremediacji gleb zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi.

## **Ocena wkładu osiągnięć w rozwój dziedziny nauk rolniczych w tym dyscypliny ochrona i kształtowanie środowiska**

Zrealizowane przeze mnie badania wpłynęły na poszerzenie wiedzy w dziedzinie nauk rolniczych w obszarze problemów i konfliktów występujących na styku rozwoju gospodarczego opartego na produkcji różnych dóbr oraz skutków środowiskowych tego rozwoju dalece wykraczających poza obszar działania podmiotów gospodarczych. Jednocześnie wniosły nowe wartości do poznania sposobów gospodarowania odpadami komunalnymi (zwłaszcza osadami ściekowymi) i przemysłowymi w rolnictwie, czy ogrodnictwie, z uwzględnieniem możliwości realizacji założeń zrównoważonego i wielofunkcyjnego rozwoju obszarów wiejskich. Dowodem mojego zaangażowania naukowego w obszarze nauk rolniczych jest 18 opublikowanych oryginalnych prac naukowych w Zeszytach Problemowych Postępów Nauk Rolniczych oraz 12 oryginalnych publikacji w zeszytach naukowych innych uczelni rolniczych (ówczesnej Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, Akademii Rolniczej w Poznaniu, Akademii Rolniczej w Szczecinie).

Wyniki moich badań przyczyniły się do rozwoju i upowszechnienia technologii wermikompostowania odpadów z wykorzystaniem dżdżownic *Eisenia fetida*, gospodarczo funkcjonującej w dziale specjalnym produkcji rolnej (hodowla dżdżownic). Opracowałam liczne receptury podłoży hodowlanych na bazie różnych odpadów. We współpracy z Instytutem Warzywnictwa w Skierniewicach prowadziłam badania nad wykorzystaniem biohumusów w uprawach warzyw, których rezultaty znalazły się w moim dorobku publikacyjnym. Nadzorowałam przez 10 lat hodowlę dżdżownic i produkcję biohumusu w jednym z gospodarstw. Przygotowywałam dokumentację towarzyszącą zezwoleniu na wprowadzanie płynnych biohumusów do obrotu handlowego. Wydawałam opinie biegłego sądowego w sporach prowadzonych przed sądami cywilnymi, oparte na mojej wiedzy dotyczącej prawidłowości hodowli dżdżownic i produkcji biohumusu. Uczestniczyłam przez kilka kolejnych lat w konferencjach dedykowanych wykorzystywaniu hodowli dżdżownic w szeroko pojętym rolnictwie i kształtowaniu środowiska, organizowanych przez Panią prof. dr hab. Joannę Kostecką z Uniwersytetu Rzeszowskiego. Moje osiągnięcia w tym obszarze zaliczam do istotnych z punktu widzenia rozwoju nauk rolniczych, zwłaszcza w zakresie gospodarczego wykorzystywania odpadów przy uwzględnieniu oceny zarówno korzystnego wpływu na glebę i rośliny uprawne jak również wynikających z tego zagrożeń chemicznych, mikrobiologicznych i parazytologicznych.

Kontynuując badania wcześniej realizowane przez pracowników Katedry Ekologii, Ochrony i Kształtowania Środowiska obecnego ZUT w Szczecinie, kierowane przez Prof. dr hab. Saturnina Borowca i prof. dr hab. Zdzisława Zabłockiego przyczyniłam się do poszerzenia wiedzy o skutkach antropopresji na środowisko, zwłaszcza na gleby. W obszarze działalności rolniczej, w tym hodowli zwierząt futerkowych, ustaliłam związek przyczynowo-skutkowy między niekontrolowanym przedostawaniem się odcieków z odchodów nerek a zamieraniem lasu. Na obszarze wsi Zaborsko (powiat Pyrzyce) określiłam jakość gleb pod kątem możliwości rozwoju rolnictwa ekologicznego. Na obszarze kilkuset hektarów oceniałam żyzność gleb i cenę poziomu kultury rolnej na obszarze pól uprawnych należących do Kurii Metropolitalnej Szczecińsko-Kamieńskiej.

Swoją wiedzę w zakresie wpływu różnych form działalności na stan środowiska także na obszarach wiejskich wykorzystywałam w ocenie potencjalnych skutków lokalizacji inwestycji takich jak np. farmy wiatrowe. Wykonałam wiele opracowań środowiskowych z zakresu rozwoju infrastruktury na obszarach wiejskich (zwłaszcza drogowej). Za szczególnie ważne osiągnięcie dokumentujące konwersję mojej wiedzy naukowej na pole wpływu na rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich uznaję swój znaczący wkład w przygotowanie projektu "Strategii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich Województwa Zachodniopomorskiego w latach 2002-2015". Poza tym kierowałam pracami nad regionalnymi dokumentami strategicznymi z zakresu gospodarki odpadami w województwie zachodniopomorskim. Na każdym etapie swojej pracy naukowej interesowałam się problemami rolnictwa, zwłaszcza w aspekcie zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich.

### **Aktualna działalność badawcza i plany naukowe**

Moje aktualne zainteresowania naukowe stanowią w dużym stopniu kontynuację dotychczas prowadzonej tematyki badań z zakresu ochrony i kształtowania środowiska. Wciąż najbardziej zajmującym mnie obszarem badań jest gospodarka odpadami, zarówno komunalnymi jak i wytwarzanymi w przemyśle oraz podczas świadczenia usług. Aspekt gospodarki odpadami podejmuję w swoich badaniach zarówno w ujęciu ekonomicznym, prawnym, organizacyjnym, jak i technologicznym. Zajmują mnie zagadnienia związane z wpływem na stan środowiska procesów i zachowań wynikających z wytwarzania oraz przetwarzania różnego rodzaju odpadów. Obecnie prowadzę badania nad efektywnością systemu gospodarowania odpadami komunalnymi, wprowadzonego w życie z dniem 1 lipca 2013 r. Moim zamiarem jest ocena efektywności poszczególnych elementów systemu na przykładzie rozwiązań funkcjonujących w Szczecinie, w aspekcie możliwych zmian organizacyjnych i technicznych usprawniających zarządzanie tym sektorem. Ponieważ uczestniczyłam w tworzeniu tego systemu i miałam wpływ na jego kształt, zwłaszcza w zakresie selektywnego zbierania odpadów, dysponuję wiedzą umożliwiającą ocenę uzyskiwanych obecnie efektów w kontekście do warunków, jakie zostały stworzone. Szczególnie interesuje

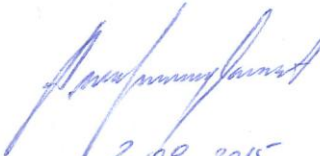
mnie identyfikacja czynników wpływających na efektywność selektywnego zbierania odpadów i siła ich oddziaływania na zachowania mieszkańców. Przedmiotem prowadzonych przeze mnie analiz jest m.in. lokalizacja, sposób prowadzenia i zakres działania punktów selektywnego zbierania odpadów komunalnych w strukturze przestrzennej dużych miast.

W zakresie gospodarki odpadami w przedsiębiorstwach szczególnie interesuje mnie kontekst środowiskowych wymagań prawnych jakie muszą spełnić przedsiębiorcy prowadzący określone formy działalności produkcyjnej i usługowej. Obszarem moich analiz objęłam przede wszystkim działalność prowadzoną w zakresie odzysku i unieszkodliwiania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego a w nieco mniejszym stopniu pojazdów wycofanych z eksploatacji. Ze względu na wysoki potencjalny poziom zagrożenia dla środowiska procesów przetwarzania odpadów w tym sektorze podjęłam badania i analizy nad sprawnością operacji technicznych, w tym ich hermetycznością i energochłonnością. Podejmuję także działania związane z upowszechnianiem w gronie przedsiębiorców dobrych praktyk w gospodarce odpadami w firmie.

Przedmiotem moich rosnących zainteresowań jest badanie dynamiki zmian zachodzących w obszarze współczesnych dużych miast, a wynikających głównie z procesów depopulacji oraz suburbanizacji. Przedmiotem mojego szczególnego zainteresowania są zmiany zachodzące w strukturze przestrzennej miast zwłaszcza w aspekcie delokalizacji dobrze mi znanych z wcześniejszych badań zakładów przemysłowych, ale także innych elementów struktury przestrzennej miast. Moim zamiarem jest rozwinięcie wątku badawczego wynikającego z rozprawy habilitacyjnej w zakresie zmian przeznaczenia terenów przemysłowych na funkcje ogólnomiejskie z uwzględnieniem szans i barier na tej drodze przemian społeczno-gospodarczych.

Po poczynionym wstępnym rozpoznaniu zamierzam podjąć badania nad zrównoważonym transportem w miastach i barierami w jego rozwoju w warunkach wyraźnego trendu spadku zainteresowania zbiorową komunikacją publiczną na rzecz zwiększonego obciążenia ruchu pojazdami indywidualnymi. Interesuje mnie w tym kontekście przede wszystkim analiza potencjalnych skutków środowiskowych tych zmian w postaci zmian klimatu akustycznego oraz zanieczyszczenia atmosfery pyłami i gazami.

Moją dalszą ścieżkę kariery naukowej wiążę z badaniami środowiska miejskiego i dynamiką zmian zachodzących w tym obszarze, wpływających na stan środowiska i jakość życia mieszkańców.



3.08.2015