



UNIwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Załącznik 3

Autoreferat

dr inż. Dorota Kawalko

Wydział Przyrodniczo – Technologiczny
Instytut Nauk o Glebie, Żywnienia Roślin i Ochrony Środowiska

Wrocław 2023

Spis treści

1. Imię i nazwisko:	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych:	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.	4
4.1. Wykaz prac naukowych wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji	4
4.2. Wprowadzenie.....	5
4.3. Główne cele badawcze	8
4.4. Obszary i obiekty badawcze.....	8
•4.4.1. Metodyka badań	10
•4.4.2. Analizy laboratoryjne	11
4.5. Najważniejsze wyniki badań.....	13
4.6. Podsumowanie	22
4.7. Bibliografia	24
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej:	28
5.1. Omówienie pozostałych osiągnięć badawczych.....	29
5.2. Udokumentowana współpraca z innymi uczelniami.....	45
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę	47
6.1. Osiągnięcia dydaktyczne.....	47
6.2. Osiągnięcia organizacyjne i popularyzujące naukę lub sztukę.....	49
7. Inne informacje, nie wymienione w pkt. 1-6, ważne z punktu widzenia przebiegu kariery zawodowej .	51

1. Imię i nazwisko:

Dorota Kawałko

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

- magister inżynier rolnictwa, 1995, Wydział Rolniczy Akademii Rolniczej we Wrocławiu
- doktor nauk rolniczych w zakresie agronomii, 1999, Wydział Rolniczy Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Tytuł rozprawy doktorskiej:

Skład i właściwości gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślęzańskiego Parku Krajobrazowego.

Promotor: prof. dr hab. Tadeusz Chodak, AR Wrocław

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Stanisław Laskowski, Uniwersytet Łódzki
prof. dr hab. Leszek Szerszeń, AR Wrocław

Dyplom ukończenia Podyplomowego Studium Prawa Ochrony Środowiska, 2008, Wydział Prawa, Administracji i Ekonomii, Uniwersytet Wrocławski.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych:

1999 – obecnie – adiunkt w Instytucie Nauk o Glebie, Żywnienia Roślin i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.

(mianowanie, umowa o pracę na czas nieokreślony)

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

Tytuł osiągnięcia naukowego:

KSZTAŁTOWANIE SIĘ WŁAŚCIWOŚCI MAD RZECZNYCH ŚRODKOWEJ ODRY W WARUNKACH REGULACJI DOLINY RZECZNEJ

4.1. Wykaz prac naukowych wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji

Osiągnięcie naukowe składa się z sześciu recenzowanych publikacji naukowych, które zostały opracowane i opublikowane po otrzymaniu stopnia naukowego doktora, w czasopismach znajdujących się na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz w bazie Web of Science. Mój wkład w powstanie publikacji przedstawiony jest szczegółowo w załącznikach 5-10, łącznie z oświadczeniami współautorów o ich wkładzie w przygotowanie niniejszych publikacji. Kopie prac zostały zebrane w załączniku 3.A1-A6. Żadna z poniżej wymienionych publikacji nie była częścią monotematycznego cyklu prac w innym postępowaniu habilitacyjnym.

A1. Kawalko D., Jezierski P., Kabała C. (2021): Morphology and physicochemical properties of alluvial soils in riparian forests after river regulation. *Forests* 2021, 12(3), 329; doi:10.3390/f12030329; **100 pkt (IF₂₀₂₁: 3,282)**

A2. Kawalko D., Kaszubkiewicz J., Jezierski P. (2022): Morphology and selected properties of alluvial soils in the Odra River valley, SW Poland. *Soil Science Annual 2022*, 73(3); doi:10.37501/soilsa/156062; **70 pkt (IF₂₀₂₂: 1,5)**

A3. Kawalko D., Halarewicz A., Kaszubkiewicz J., Jezierski J. (2017): Tempo dekompozycji opadu organicznego podczas przemian siedlisk łągowych. *Sylwan* 161(7): 565–572; **15 pkt (IF₂₀₁₇: 0,623)**

A4. Kawalko D., Jamroz E., Jerzykiewicz M., Piasecka-Ćwieliąg I. Characteristics of humic acids in drained floodplain soils in temperate climates: a spectroscopic study. *Sustainability* 2023, 15(14), 11417; doi:10.3390/su151411417; **100 pkt (IF₂₀₂₃ 3,889)**

A5. Kawalko D., Karczewska A. (2023): Profile distributions of potentially toxic metal(loid)s in soils of the middle Odra floodplain (SW Poland). *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20, 4196; doi:10.3390/ijerph20054196; **140 pkt***

* Artykuł został opublikowany 26 lutego 2023 r., kiedy czasopismo miało IF 4,6. Decyzją Clarivate Analytics z 15 marca 2023 r. czasopismo zostało usunięte z listy JCR i bazy WoS i obecnie nie posiada IF

A6. Kawalko D., Karczewska A., Lewińska K. (2023): Environmental risk associated with accumulation of toxic metalloids in soils of the Odra river floodplain – case study of the assessment based on total concentrations, fractionation and geochemical indices. *Environmental Geochemistry and Health*, s. 1–16; doi:10.1007/s10653-023-01502-1; **100 pkt (IF₂₀₂₂ 4,609)**

Łączna liczba punktów za publikacje wchodzące w skład jednotematycznego cyklu publikacji, zgodnie z punktacją MNiSW obowiązującą w latach wydania publikacji wynosi **525 pkt**, natomiast ich sumaryczny współczynnik wpływu Impact Factor IF wynosi **13,9**.

4.2. Wprowadzenie

Gleby w dolinach rzek, z uwagi na swoją szczególną wartość użytkową, często wyższą niż na otaczających wysoczyznach, od wieków wzbudzały zainteresowanie człowieka. Terasy aluwialne charakteryzuje silnie rozwinięty relief ze starorzeczami, okresowymi kanałami rzecznyymi i rynnowymi zagłębieniami, które nawet jeśli podlegają wypełnianiu osadami organicznymi i mineralnymi [Wójcicki 2012], to nadal są nieco niżej położone, a przez to preferencyjnie utrzymuje się w nich woda. Wahania poziomu wody w rzece oraz wylewy rzek wpływają na reżim wodny mad, w tym na poziom i ruchliwość wód gruntowych, dzięki czemu naturalnie ukształtowane doliny rzeczne zachowują stosunkowo dużą wilgotność nawet w okresach suszy [Adamski i in. 2007]. Ponadto znacznie zwiększa się zasobność gleb poprzez akumulację substratu glebowego. Nanoszone osady wykazują wyraźne zróżnicowanie zarówno w układzie pionowym, jak i przestrzennym, o czym decyduje szereg czynników: charakter wód zalewowych, czas sedymentacji, pierwotna morfologia powierzchni terasy zalewowej oraz sposób użytkowania gleb zarówno w zlewni, jak i w samej dolinie [Andres-Domenech i in. 2015, Bawden i in. 2015]. Ponadto ilość warstw w profilach glebowych, ich układ i zasięg przestrzenny wciąż ulegają mniejszym lub większym przekształceniom zachodzącym w trakcie współczesnych zalewów, które głównie wprowadzają nowy nanos, ale równolegle powodują erodowanie starszych materiałów [Hulisz i in. 2015, Kercheva i in. 2017]. Tym samym w genezę tych najmłodszych gleb wpisane jest cykliczne przeobrażanie powierzchni terenu zalewowego, w tym modyfikacja jego mikroreliefu [Brunke i in. 2003, Šimanský 2017].

Długookresowa i sezonowa dynamika procesów rzecznych, specyficzny mikroklimat oraz łączność hydrologiczna ze wszystkimi abiotycznymi i biotycznymi elementami środowiska determinują specyficzną różnorodność i dynamikę siedlisk dolin rzecznych [Ward i in. 2002, Doulatyari i in. 2014]. Rozległe powierzchnie gleb aluwialnych w warunkach Polski porastały lasy łęgowe, których istnienie zależy od częstości zalewów wodami rzecznyymi [Matuszkiewicz 2007, Sikorska 2006, Lasota i Błońska 2013]. Zalesione strefy nadbrzeżne stanowią naturalny osadnik i filtr dla wód rzek niosących podczas wezbrań i powodzi różne zanieczyszczenia. Z drugiej strony są naturalnym systemem ochrony wód powierzchniowych przed azotanami, fosforanami czy pozostałościami środków ochrony roślin, spływającymi z wyżej położonych terenów użytkowanych rolniczo [Broadmeadow i Nisbet 2004].

Wyjątkowo duża żyzność siedlisk łęgowych sprzyjała działaniom człowieka zmierzającym do przekształcania leśnych terenów nadrzecznych na użytki rolne uprawiane zarówno jako grunty orne pod rośliny o wysokich wymaganiach, jak i łąki oraz pastwiska na terenach mocno wilgotnych. Jednocześnie liczne powodzie powodujące znaczne straty materialne i społeczne, skłoniły do podjęcia rozmaitych prób ujarzmienia rzeki [Greger 1998, Wawręty 2007]. Człowiek zaczął regulować bieg rzeki: prostować jej bieg, zwęzać i

pogłębiać koryto, niwelować terasy i często przeprowadzać melioracje odwadniające dolinę rzeczną [Wawręty 2007, Cieśla 2009, Kabała i in. 2015]. W wyniku tych działań początkowo na uregulowanym odcinku rzeki wzrasta erozja wgłębna i miejscami brzegowa, a następnie na skutek erozji wstecznej procesy te występują również na nieuregulowanym odcinku górnym. Z postępującą erozją wgłębna obniża się poziom wody w korycie rzeczonym oraz poziom wód gruntowych w rejonie jej oddziaływania [Głuchowska i Pływaczyk 2008].

Odra jest drugą pod względem długości rzeką w Polsce, a także jedną z najdłuższych rzek zlewni Morza Bałtyckiego. Na krótkim odcinku początkowym ma ona charakter rzeki podgórskiej, szybko jednak nabiera charakteru rzeki nizinnej o niewielkim spadku, z tendencjami do meandrowania. Działania regulacyjne o charakterze lokalnym na rzece Odrze sięgają XIII wieku. Generalna kanalizacja rzeki rozpoczęła się w 1874 roku i polegała na wyprostowaniu brzegu koryta głównego oraz zabudowie rzeki obiektami hydrotechnicznymi takimi jak: kanały, śluzy, jazy, stopnie piętrzące, zbiorniki wodne, a także ostrogi przykorytowe i obwałowania przeciwpowodziowe [Nowicka i in. 2015]. Ustalono, że wskutek regulacji długość biegu koryta Odry na terenie Polski w stosunku do pierwotnej długości została zmniejszona o 16%. Uruchomienie hydroelektrowni w Brzegu Dolnym (1958 r.) przyczyniło się do obniżenia poziomu dna Odry o 2-3 m i spowodowało obniżenie lustra wód gruntowych w zachowanych nadbrzeżnych lasach łągowych poniżej stopnia wodnego [Pływaczyk i Olszewska 1998, Cieśla 2009]. Według badań prowadzonych od 1970 roku przez Akademię Rolniczą we Wrocławiu (aktualnie Uniwersytet Przyrodniczy) poziom wód gruntowych obniżył się od 44 cm w odległości 550 m od rzeki Odry do 65 cm w odległości 120 m [Pływaczyk 1997, Kabała i in. 2015].

Kolejną przyczyną zmian w szacie roślinnej dolin rzecznych jest budowa obwałowań. Odcięte od okresowych zalewów ekosystemy na zawalu szybko ulegają przesuszeniu. Skutkiem przyspieszonego przepływu wody jest niszczenie roślinności łąkowej w międzywalu i wzrost transportu rumowiska w korycie. Odcięcie lasów łągowych od zalewów zainicjowało procesy przekształceń roślinności określane jako grądowienie [Danielewicz i Pawlaczyk 2004, Cieśla 2009, Stefańska-Krzaczek 2013; Kawałko i in. 2015]. Obecnie łągi stanowią grupę najsilniej zagrożonych zbiorowisk leśnych w Europie [Dyrektywa 92/43/EWG, Décamps 1988, Nilsson i Berggren 2000]. Początkowo negatywny wpływ działania wałów przeciwpowodziowych na nadodrzańskie lasy łągowe ograniczano dzięki specjalnie skonstruowanym zastawkom, przez które w czasie występowania wezbrań nadmiar wody odprowadzany był poza wały przeciwpowodziowe. Jednak w ostatnich latach drzewostany rosnące na obszarze teras rzecznych Odry i odgradzone od rzeki wałami przeciwpowodziowymi mogły korzystać z wód zalewowych tylko w przypadku uszkodzenia wałów przez fale powodziowe lub wystąpienia wezbrań o charakterze klęskowym, takich jak powódź w 1997 roku. Zmiany reżimu wodnego w dolinie rzecznej stworzyły jednocześnie dogodne warunki do rolniczego użytkowania gleb, zastępowania lasów łągowych polami uprawnymi, a pastwisk zaoranymi polami (Kabała et al. 2011). Tereny międzywala są także w większości wykorzystywane jako łąki lub pastwiska.

Regulacja rzek ma swoje konsekwencje również w składzie i morfologii gleb występujących na obszarze doliny rzecznej. Obniżenie poziomu wody gruntowej oraz eliminacja wylewów rzeki powodują zahamowanie naturalnego dopływu substratu glebowego (osady mogą być deponowane jedynie w rejonie międzywala) i silne zahamowanie procesów

geomorfologicznych. Jak pokazują wyniki wieloletnich badań [Laskowski 1986, Banaszuk 1987, Roj-Rojewski i Hryniewicka 2009, Ligęza 2016], następują istotne zmiany cech morfologicznych (w szczególności redoksymorficznych) w profilu glebowym oraz właściwości fizycznych i chemicznych mad. W ich budowie profilowej często występują też pogrzebane poziomy próchniczne świadczące o przerwie w sedimentacji osadów aluwialnych [Budek 2010]. W miarę upływu czasu wzrasta miąższość poziomu próchnicznego i następuje zanik stratyfikacji dotychczasowego układu warstw. Nasila się proces brunatnienia lub w przypadku utworów piaszczystych - rdzawienia. Młode gleby aluwialne ulegają przekształceniu w mady brunatne lub gleby brunatne [Chojnicki 2002, Kabała i in. 2011, Urbańska i in. 2022], a niekiedy mady czarnoziemne przechodzą w czarne ziemie [Łabaz i Kabała 2016].

Rzeka Odra i jej dopływy zbierają wody z obszarów Górnego Śląska, gdzie zlokalizowane są liczne historyczne i współcześnie działające kopalnie węgla oraz rud metali. Duże ilości pierwiastków śladowych uwalnianych do środowiska podczas eksploatacji i przeróbki rud cynkowo-ołowiowych trafiają do osadów niesionych przez rzeki. Liczne badania potwierdzały akumulację tych pierwiastków w obrębie terasy zalewowej Odry, zwłaszcza powyżej Wrocławia [Bojakowska i Sokołowska 1998, Ciszewski i Grygar 2016]. Z kolei zmiany warunków redoks w glebach zalewowych są jednym z czynników, decydujących o mobilności i biodostępności pierwiastków potencjalnie toksycznych transportowanych przez rzekę [Ciszewski i in. 2008, Ciszewski i Turner 2009, Alloway 2013, Kabata-Pendias i Szteke 2015, Kicińska 2019, Rinklebe i in. 2019, Dradrach i in. 2020], co ma istotne znaczenie szczególnie w przypadku mad użytkowanych rolniczo.

Mady były przedmiotem licznych badań, które obejmowały obszary mniejszych i większych dolin rzecznych, jednak procesy transformacji mad w dolinie środkowej Odry, jakie postępowały na skutek trwałego obniżenia poziomu wód gruntowych, są niewystarczająco zbadane i wymagają uzupełnienia wiedzy w tym zakresie. Niniejszy cykl publikacji stanowi próbę kompleksowego poznania kierunków i intensywności przemian cech morfologicznych w profilach gleb aluwialnych, procesów transformacji materii organicznej i zmian właściwości fizykochemicznych tych gleb, ze szczególnym uwzględnieniem gleb użytkowanych rolniczo. W ramach badań podjęto też próbę oceny ryzyka środowiskowego związanego z możliwą akumulacją pierwiastków potencjalnie toksycznych transportowanych przez wody rzeki Odry, która w górnym biegu przepływa przez tereny historycznego i współczesnego górnictwa i przemysłu ciężkiego.

Badania stanowiące podstawę niniejszego cyklu publikacji realizowane były w ramach projektu finansowanego ze środków NCN (nr N N305 154537).

4.3. Główne cele badawcze

W badaniach przedstawionych w cyklu publikacji, składającym się na osiągnięcie naukowe, postawiono następujące cele badawcze:

1. Analiza kierunków i intensywności przemian cech morfologicznych i właściwości fizykochemicznych gleb aluwialnych o różnym sposobie użytkowania w warunkach regulacji rzeki.
2. Rozpoznanie dynamiki rozkładu i zmian właściwości chemicznych opadu organicznego w różnie zmienionych siedliskach łągowych w dolinie środkowej Odry.
3. Ocena zróżnicowania spektroskopowych właściwości kwasów humusowych (HA) w madach użytkowanych jako łąki i lasy.
4. Analiza profilowego rozmieszczenia potencjalnie toksycznych metali (i metaloidu As) w glebach doliny zalewowej oraz wskazanie czynników determinujących ich akumulację.
5. Ocena ryzyka środowiskowego w oparciu o wskaźniki zanieczyszczenia geochemicznego oraz rozpuszczalność i rozkład frakcyjny wybranych pierwiastków pochodzenia antropogenicznego w madach użytkowanych rolniczo.

Uzyskane wyniki znacząco uzupełniają wiedzę niezbędną do oceny przydatności mad do użytkowania rolniczego, co wciąż jest niezmiernie problematyczne zarówno ze względu na genezę tych gleb i cykliczne przeobrażanie powierzchni terenu zalewowego, jak i działalność antropogeniczną. Rezultaty badań będą miały również zastosowanie praktyczne przy planowaniu nieuniknionej modyfikacji gospodarki leśnej w dolinie rzecznej, m.in. przy jakościowej i ilościowej zmianie składu gatunkowego. Wzbogacenie gleby w różne pierwiastki w większych odległościach od źródła zanieczyszczenia, relacje między pierwiastkami i rozkład w profilu mogą dostarczyć informacji o ich zachowaniu w środowisku, a tym samym pomóc w podjęciu kroków ograniczających potencjalne ryzyko środowiskowe związane z ich potencjalnym wykorzystaniem rolniczym.

4.4. Obszary i obiekty badawcze

Badania prowadzono w nizinnej dolinie Odry w jej środkowym biegu poniżej Wrocławia (Rycina 1). Krajobraz ukształtował się generalnie w okresie zlodowacenia warty, a powstanie szerokiej doliny rzeki wiązało się z wypływem mas wodnych z topniejącego lodowca. W otoczeniu doliny przeważają gliny moreny dennej, pokryte piaskiem polodowcowo-rzeczny, często eoliczny. Terasy rzeczne plejstoceniowe, powstałe w czasie zlodowacenia Wisły, składają się prawie wyłącznie z piasków i żwirów, podczas gdy terasy holoceniowe często zawierają przewarstwienia drobnoziarniste (gliny, ilów i pyłów). Powierzchniowe warstwy terenów zalewowych tworzą zazwyczaj gliny lub pyły o miąższości 30 – 90 cm, lokalnie do 3,5 m. Klimat obszaru można scharakteryzować jako umiarkowanie wilgotny. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi ok. 9° C przy najzimniejszym styczniu (-0,4°C) i najcieplejszym lipcu (18,8°C). Średnie roczne opady wahają się w granicach 550–600 mm, przy czym najwyższa suma miesięczna przypada na lipiec [Pawlak i Pawlak 2008, Kondracki 2002]. Jak już wspomniano wcześniej, w wyniku regulacji Odry i

budowy wałów przeciwpowodziowych, a w szczególności w związku z budową jazów w Brzegu Dolnym i Malczycach, udokumentowano obniżenie poziomu wód gruntowych. W rezultacie poziom wód gruntowych notowany jest poza umowną dolną granicą profili glebowych przez znaczną część roku [Pływaczyk 1997, Cieśla 2009, Ciszewski i Czajka 2015, Głuchowska i Pływaczyk 2008].

Na podstawie literatury i wcześniejszych prac zrealizowanych na tych obszarach do badań wytypowano miejsca położone w większości na najniższej terasie (dawnej równinie zalewowej) po obu stronach rzeki Odry. Profile glebowe (łącznie 34) zlokalizowane były w 8 transektach i obejmowały 14 profili w strefie międzywala i 20 profili na zawalu. Wytypowane stanowiska reprezentowały (Ryc. 1):

- lasy – 3 różne zbiorowiska roślinne: łąg wiązowo–jesionowy *Ficario–Ulmelum minoris*, łąg ulegający przesuszeniu, czyli tzw. łąg zgrądowiwały i las grądowy *Galio sylvatici–Carpinetum betuli* – obszary A i B,
- użytki rolne: pastwiska, łąki i pola uprawne – obszar C.



Rycina 1. Lokalizacja regionów, w których prowadzono badania.

4.4.1. Metodyka badań

Badania przedstawione w poszczególnych publikacjach, wchodzących w skład niniejszego cyklu, obejmowały prace terenowe i analizy laboratoryjne.

- **Prace terenowe**

Profile glebowe wykonano do głębokość 1,5 m lub do poziomu wód gruntowych. Podczas badań skoncentrowano się na analizie cech morfologicznych możliwych do zarejestrowania i zdiagnozowania w terenie. Morfologię gleby opisano zgodnie z wytycznymi FAO [John i in. 2006]. W szczególności zwrócono uwagę na rodzaj, formę i intensywność cech redoksymorficznych (pokrycie, barwa, nagromadzenia, otoczki i inne cechy na powierzchni agregatów glebowych) (Rys. 1) oraz aktywność biologiczną (korzenie, kanały pokorzeniowe, obecność dżdżownic), a także strukturę i barwę gleby w poszczególnych warstwach.

Gleby sklasyfikowano według klasyfikacji WRB [IUSS 2014] oraz Systematyki gleb Polski [SgP 2019]. Ze względu na niespójności między wytycznymi FAO i WRB w zakresie stopnia intensywności dla cech opadowoglejowych i gruntowoglejowych zaproponowano własne określenia odnośnie oglejenia opadowego (Tab. 1). Barwę gleby (w stanie wilgotnym) określono za pomocą skali Munsella.

Tab. 1. Intensywność oglejenia opadowego

OGLEJENIE	POKRYCIE POWIERZCHNI PRZEZ PLAMY (SUMA RED+OX)
bardzo słabe	<10%
słabe	10-25%
wyraźne	25-50%
silne	50-80%
bardzo silne	80-95%
całkowite	>95%

Ze wszystkich wydzielonych poziomów genetycznych pobrano próbki glebowe o naruszonej strukturze. Materiał do oznaczeń uśredniono z całej miąższości wyróżnionych warstw sedymentacyjnych oraz pogrzebanych poziomów próchnicznych. Ponadto w każdym profilu z co najmniej 3 poziomów genetycznych pobrano próbki o zachowanej strukturze do metalowych cylinderek o objętości 100 cm³.

- **Doświadczenie terenowe**

Na jednym z transektów, który przebiegał przez 3 zbiorowiska roślinne: las łęgowy, łąg zgrądowiasty i las grądowy założono doświadczenie mające na celu zbadanie tempa rozkładu opadu organicznego metodą woreczków ściółkowych [Bednarek i in. 2005]. Po wyznaczeniu 3 stanowisk, opad biomasy liści pobrano do chwytaków o łącznej powierzchni

10 m² na każdym stanowisku w październiku. Po wysuszeniu materiału w temperaturze pokojowej przygotowano po 60 prób o ustalonej suchej masie każdej ze ściółek. Woreczki ściółkowe wyłożono na dnie lasu, nie naruszając powierzchni ściółki, na każdym z 3 stanowisk w listopadzie tego samego roku. W celu uwzględnienia zmienności warunków na każdym stanowisku pobierano po 3 próby. Zbioru dokonywano co kwartał (z wyjątkiem zimy), w okresie dwuletnim.

Diagnozę siedlisk leśnych wykonano na podstawie metody SIG opracowanej przez zespół prof. Stanisława Brożka [Brożek i in. 2011, Lasota i Błońska 2013].

4.4.2. Analizy laboratoryjne

• Analizy gleb

Po wysuszeniu próbek i przesianiu przez sito o średnicy oczek 2 mm, oznaczono podstawowe właściwości gleb oraz zbliżoną do całkowitej zawartość wybranych pierwiastków. Analizy wykonano następującymi metodami:

- uziarnienie za pomocą sit (dla piasku) i areometru (dla frakcji pyłowej i ilowej);
- gęstość właściwą metodą piknometryczną;
- gęstość objętościową w cylinderkach Kopecky`ego;
- zdolność retencji wody z zastosowaniem bloków kaolinowo – piaskowych firmy Eijkelkamp w zakresie pF 0 – 2,7 oraz aparatu Richarda w zakresie pF 3,2 – 4,2);
- węgiel organiczny metodą spalania na sucho za pomocą analizatorów Ströhlein CS-mat 5500 oraz Vario MacroCube, Elementar;
- całkowitą zawartość azotu metodą Kjeldahla przy użyciu półautomatycznego analizatora Büchi (K439 + K350);
- ekstrakcję i chemiczne frakcjonowanie substancji humusowych metodą zaproponowaną przez International Society of Humus Substances (IHSS), z pewnymi modyfikacjami (opisano w **pracy A4**);
- analizę spektroskopową kwasów humusowych przeprowadzono przy użyciu spektrofotometru UV-Vis Cary 60 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA);
- pH gleby w wodzie destylowanej i 1 M KCl, potencjometrycznie (przy stosunku gleba: ciecz 1: 2,5);
- kwasowość wymienialną mierzono potencjometrycznie po ekstrakcji próbki 1 M chlorkiem potasu (pH 7);
- kwasowość hydrolityczną – metodą ekstrakcji roztworem 0,5M Ca(OAc)₂ (przy stosunku gleba : roztwór 1:10) i miareczkowania potencjometrycznego do pH 7,8;
- wymienne kationy zasadowe (jako suma Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺, Na⁺) ekstrahowano 1 M octanem amonu przy pH 7,0 i analizowano metodą absorpcji atomowej (Mg) i spektrofotometrii emisji (Ca, K, Na);
- zbliżone do całkowitych zawartości Pb, Zn, Cu, As, Cd, Mn i Fe metodą ICP-AES (iCAP 7400, Thermo Scientific) po mikrofalowym (CEM-MARS Xpres) roztworzeniu próbek w wodzie królewskiej, czyli mieszaninie stężonych kwasów HNO₃ oraz HCl (w stosunku 3:1); Dokładność analizy kontrolowano przez użycie referencyjnych materiałów glebowych: CNS 392 i CRM 027;

- łatwo rozpuszczalne formy wymienionych pierwiastków oznaczano w ekstraktach w 1M NH_4NO_3 , zgodnie z normą ISO 19730;
- operacyjnie zdefiniowane formy pierwiastków potencjalnie toksycznych w glebach oznaczono metodą ekstrakcji sekwencyjnej BCR (szczegóły opisano w **pracy A6**).

• Analizy ściółek

Próbki materiału roślinnego z doświadczenia poświęconego analizie tempa rozkładu opadu liści po wysuszeniu zważono, a następnie oznaczono:

- węgiel organiczny metodą spalania na sucho za pomocą analizatora Ströhlein CS-mat 5500;
- całkowitą zawartość azotu metodą Kjeldahla przy użyciu półautomatycznego analizatora Büchi (K439 + K350);
- formy przyswajalne P, K i Mg – według normy PN-R-04024:1997.

• Interpretacja wyników

Wyniki badań terenowych, obejmujące zarówno właściwości gleb, jak i zebranego w terenie materiału roślinnego, poddano opisowej analizie statystycznej.

Normalność rozkładów właściwości fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych weryfikowano za pomocą testów Kołmogorowa-Smirnowa i Shapiro-Wilka. Dla zmiennych niewykazujących rozkładu normalnego zastosowano transformację logarytmiczną. Po stwierdzeniu normalności rozkładów poszczególne właściwości charakteryzowano poprzez statystyki opisowe w tym średnią arytmetyczną, medianę, odchylenie standardowe i zakres zmienności.

Zmienność profilową poszczególnych właściwości scharakteryzowano, wykorzystując poziom genetyczny lub regularne przyrosty głębokości jako zmienne grupujące. Celem oceny zróżnicowania pomiędzy poszczególnymi grupami wykorzystano analizę wariancji ANOVA dla $p < 0,05$.

Istotność różnic między średnimi wartościami parametrów oceniano na parę sposobów. W zależności od ilości zmiennych i powtórzeń wykorzystywano testy: post-hoc NIR Fishera przy $p < 0,05$ lub HSD Tukeya.

W celu zilustrowania powiązań pomiędzy zmiennymi (o rozkładach normalnych) obliczono, za pomocą algorytmu Pearsona, współczynniki korelacji, a następnie dla wybranych zmiennych zastosowano analizę składowych głównych (PCA).

W niektórych przypadkach obliczono współczynniki regresji i podano równania prostej regresji liniowej.

Analizy statystyczne wykonano przy użyciu oprogramowania Statistica 12 i 13.0 (Dell Inc.), a do sporządzania wykresów w niektórych przypadkach posłużono się narzędziami dostępnymi w programie Excel 2010 (Microsoft).

4.5. Najważniejsze wyniki badań

A1. Morfologia i właściwości fizykochemicznych gleb w lasach łęgowych po regulacji rzeki

Kawałko D., Jeziński P., Kabała C. (2021): Morphology and physicochemical properties of alluvial soils in riparian forests after river regulation. *Forests* 2021, 12(3), 329.

Regulacja rzek niekoniecznie prowadzi do trwałego obniżenia poziomu wód gruntowych i zmiany stanu uwilgotnienia gleb na terenach zalewowych. Pewne odcinki równiny zalewowej mogą zachować (lub przywrócić) charakter bagienny, w tym silne właściwości glejowe w profilach glebowych. Jednak regulacja rzek zwykle wiąże się z przekształceniem użytkowania gruntów w kierunku poszerzenia powierzchni uprawnej, co wymaga rozległego osuszania tarasów rzecznych. W dolinie środkowej Odry obserwuje się w szczególności efekty odwodnienia, które przejawiają się bezpośrednio widoczną zmianą składu florystycznego zbiorowisk leśnych będących jednak odzwierciedleniem istotnych zmian w glebach aluwialnych.

Celem badań zaprezentowanych w publikacji A1 była analiza kierunków i intensywności przemian cech morfologicznych i właściwości fizykochemicznych w profilach gleb leśnych zlokalizowanych na obszarze, gdzie nastąpiło trwałe obniżenie poziomu wód gruntowych. Badania prowadzono na terenie nadleśnictwa Wołów Profile (łącznie 21) znajdowały się w 5 transektach na najniższej terasie pod 3 dominującymi zbiorowiskami leśnymi tj.: typowy las łęgowy, las łęgowy zgrądowiały i las grądowy. Podczas prac terenowych wykonanych w miesiącach letnich woda gruntowa nie została zarejestrowana w żadnym z profili do głębokości 150 cm.

Wszystkie analizowane gleby wykazywały stratyfikację. Uziarnienie w poszczególnych warstwach gleb było wyraźnie zróżnicowane, od piaszczystych po pyłowo-ilaste, przy zawartości frakcji iłowej i pyłowej wahającej się w granicach, odpowiednio 0,4–43,5% i 0,5–67,2%. Nie stwierdzono wyraźnego związku między zróżnicowaniem profili glebowych a ich położeniem w dolinie. Profile z cienką gliniastą wierzchnią warstwą gleby pod piaskiem stwierdzono zarówno w bliskim sąsiedztwie koryta rzeki, jak i na stanowiskach odległych.

Warstwy drobnoziarniste charakteryzowały się wysoką wartością sumy kationów zasadowych (BC), w przedziale 8–20 cmol(+) \cdot kg⁻¹, w przeciwieństwie do niskiego BC w warstwach piaszczystych (1–8 cmol(+) \cdot kg⁻¹). Jednak przy stosunkowo wysokim pH (średnie pH_w 5,7 i pH_{KCl} 5,0), poziomy glebowe miały w większości stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (BS) powyżej 50% (średnio 77,9%), typowy dla gleb eutroficznych. BC i efektywna pojemność wymienna kationów (ECEC) były istotnie (dodatnio) skorelowane zarówno z zawartością iłu, jak i węgla organicznego (SOC), kwasowość wymienna (BC) była słabo skorelowana, natomiast pH nie było skorelowane ani z zawartością iłu ani SOC. Choć zawartość SOC i frakcji iłu były ujemnie skorelowane, analiza PCA ujawniła wyraźny związek między BC, ECEC i BS zarówno z SOC, jak i iłem. Dlatego też pionowy rozkład BC następował ogólnie po rozkładzie SOC i zróżnicowaniu

uziarnienia. W przeciwieństwie do tego pH wzrastało wraz z głębokością, a BS nie wykazywało żadnego wyraźnego trendu pionowego.

Mięszość poziomów próchnicznych w badanych glebach wahała się od 10 do 60 cm i na ogół zwiększała się wraz z odległością od rzeki. Połączenie mięszości ≥ 20 cm i bardzo ciemnej barwy (wartość i nasycenie ≤ 3), wymagane do diagnostycznego poziomu mollik, stwierdzono w kilku profilach. W niektórych glebach zidentyfikowano kopalne poziomy A o barwie zazwyczaj ciemniejszej i mniej nasyconej niż wierzchnich poziomów próchnicznych.

Ze względu na mięszość, uziarnienie, rozwój barwy i struktury, a także aktywność biologiczną, rozpoznano diagnostyczne poziomy kambik niemal we wszystkich opisanych podpowierzchniowych poziomach B, przy czym w kilku profilach mięszość warstwy gliniastej była tylko nieznacznie większa niż minimum wymagane dla poziomu kambik.

Mimo lokalizacji na najniższej terasie rzeki, gdzie spodziewany jest silny wpływ wód gruntowych na właściwości gleb, w analizowanych glebach cechy oglejenia gruntowego były widoczne w dolnej części tylko kilku profili. Nie były związane z żadną konkretną klasą uziarnienia i zidentyfikowano je zarówno w piaskach, glinach, jak i glinach pylastych. W większości profili zostały zastąpione cechami oglejenia opadowego występującymi przede wszystkim w glebach drobnoziarnistych i co więcej, nie ograniczały się do konkretnej części profilu glebowego, ale zostały zidentyfikowane na różnych głębokościach. Zwykle zaczynały się bezpośrednio poniżej poziomu A, nawet na głębokości 15–18 cm i obejmowały leżące poniżej poziomy Bw. Jednak w poziomach Bw było to słabe oglejenie, podczas gdy wyraźne lub silne zaczynało się najczęściej na głębokości 40–50 cm. Na tych drobnoziarnistych glebach było obecne do głębokości 150 cm (dolna granica profilu gleby) lub do kontaktu z leżącym poniżej piaskiem. W niektórych profilach wyraźne lub silne oglejenie opadowe utrzymywało się nawet w warstwach piaszczystych. Były też profile, gdzie cechy oglejenia opadowego stykały się bezpośrednio z występującymi w spągu cechami oglejenia gruntowego.

Rozwój cech oglejenia opadowego i poziomów kambik, zachodzą na całym obszarze dawnej terasy zalewowej, jednak przestrzenne trendy ich zaawansowania lub ekspresji w analizowanych glebach są niewyraźne. Dużą zmienność przestrzenną tych zjawisk można tłumaczyć specyficznym rodzajem sedymentacji, łatwo rozpoznawalnym w mikrorzeźbie terasowej. Liczne, łukowate pofałdowania po wewnętrznej stronie każdego (dawnego) meandra wskazują na późniejszą transformację i sedymentację wcześniej nagromadzonego materiału podczas meandrowania rzeki. Każde pofałdowanie w kształcie łuku może różnić się od sąsiednich pofałdowań w kolejności i grubości warstw o drobnym i grubszym uziarnieniu w przekroju pionowym. Ponieważ pofałdowania mają zazwyczaj tylko kilka metrów szerokości i nieznacznie różnią się wysokością, uziarnienie gleby i warunki rozwoju cech oglejenia gruntowego i poziomów kambik mogą się różnić w skali bardzo lokalnej.

W badanych glebach leśnych rozwój diagnostycznego poziomu mollik, a zwłaszcza poziomów kambik, skorelowany był z przejściem od Fluvisols (mady właściwe) do Phaeozems (mady czarnoziemne), a w większości do Cambisols (mady brunatne), a tym samym potwierdził trwałą zmianę warunków siedliskowych.

A2. Morfologia i wybrane właściwości gleb aluwialnych w dolinie Odry

Kawalko D., Kaszubkiewicz J., Jezierski P. (2022): Morphology and selected properties of alluvial soils in the Odra River valley, SW Poland. *Soil Science Annual 2022*, 73(3).

Mady rzeczne należą do gleb poddanych najintensywniejszym antropogenicznym przeobrażeniom, które wynikają zarówno z zahamowania naturalnego procesu narastania aluwialnego substratu glebowego, jak i wskutek osuszania dolin rzecznych. Regulacja rzek umożliwia intensywne rolnicze zagospodarowanie tych urodzajnych gleb, co również przyczyniło się do przekształcenia ich morfologii i właściwości. Przeobrażenia gleb w uregulowanej dolinie rzecznej nie są nigdy jednakowe, tak w przekroju poprzecznym jak i wzdłuż biegu doliny, gdyż ich powiązanie z poziomem wód gruntowych i procesem aluwialnym nie jest identyczne.

Przedmiotem badań przedstawionych w publikacji A2 były gleby aluwialne użytkowane rolniczo i ocena ich przemian w warunkach regulacji rzeki. Profile glebowe zlokalizowano na prawym brzegu środkowej Odry w okolicy Brzegu Dolnego. Transekt przebiegał przez strefę międzywala porośniętą roślinnością łąkową i obszar poza obwałowaniami, gdzie gleby były użytkowane jako pola uprawne. Podobnie jak w pracy A1, analizowano zróżnicowanie morfologii i właściwości fizykochemicznych obu grup gleb, ze szczególnym uwzględnieniem zależności pomiędzy pojemnością kationów zasadowych i całkowitą pojemnością sorpcyjną z jednej strony, a zawartością frakcji ilastej i węgla organicznego.

Skład granulometryczny w poszczególnych warstwach wykazywał zauważalne zróżnicowanie, typowe dla gleb aluwialnych, od utworów piaszczystych do pylasto-gliniastych. W rejonie prowadzonych badań wyraźnie widoczny był wpływ mikrorzeźby terenu i zmian położenia osadów aluwialnych podczas meandrowania rzeki, co przejawiało się związłym uziarnieniem gleb znajdujących się obecnie blisko rzeki i lżejszym gleb położonych w dalszej odległości. We wszystkich profilach poziomy próchniczne miały dobrze rozwiniętą strukturę gruzelkową. W glebach łąkowych ich miąższość była mniejsza, barwa ciemniejsza, a zawartość materii organicznej znacznie wyższa w porównaniu z glebami ornymi. Oglejenie gruntowe, zostało zidentyfikowane we wszystkich badanych glebach, jednak głębokie występowanie zwierciadła wody w glebach położonych na nieco wyższych elementach mikroreliefu spowodowało obniżenie pionowego zasięgu oglejenia gruntowego oraz zastąpienie go oglejeniem opadowym w środkowej części profilu glebowego. Zmiana reżimu wodnego przyczyniła się do wzrostu aktywności biologicznej, a tym samym rozwoju poziomu kambik w większości analizowanych gleb. Badane gleby łąkowe w międzywale charakteryzowały się wyższymi wartościami kwasowości hydrolitycznej i całkowitej pojemności sorpcyjnej niż gleby orne położone poza obwałowaniami. Wyniki analizy statystycznej potwierdziły, że pojemność sorpcyjna badanych gleb aluwialnych kształtowana jest praktycznie w całości przez zawartość łu koloidalnego i węgla organicznego. Przekształcenie aluwialnych gleb łąkowych w gleby uprawne powoduje nie tylko spadek zawartości SOC w glebie, ale także obniżenie jednostkowej zdolności sorpcyjnej związków próchnicznych zarówno w stosunku do kationów o charakterze kwaśnym, jak i kationów o charakterze zasadowym.

A3. Tempo dekompozycji opadu organicznego podczas przemian siedlisk łągowych

Kawałko D., Halarewicz A., Kaszubkiewicz J., Jezierski J. (2017): Tempo dekompozycji opadu organicznego podczas przemian siedlisk łągowych. *Sylwan* 161 (7): 565–572.

Lasy łągowe należą do najbogatszych pod względem różnorodności biologicznej ekosystemów leśnych. Przemiany następujące w zbiorowiskach łągowych są procesem wieloetapowym, potwierdzającym ścisłe zależności pomiędzy trzema komponentami środowiska: wodą, glebą i roślinnością. Efekty tego procesu można zauważyć w stopniowej zmianie składu gatunkowego łągów w kierunku lasów grądowych. Zaburzenia zachodzące w nadbrzeżnych ekosystemach leśnych przekładają się również na zdolność rozkładu ściółki, który jest dobrym wskaźnikiem procesów zachodzących w glebie. Rozkład komponentów opadu roślinnego zależy od ich składu chemicznego, morfologii oraz warunków siedliskowo-klimatycznych, w szczególności od temperatury i wilgotności.

W prezentowanej pracy (A3) badania skupiły się na analizie dynamiki rozkładu i zmian właściwości chemicznych opadu organicznego w przebiegu przemian siedlisk łągowych. Doświadczenie założono w południowo-zachodniej części Nadleśnictwa Wołów, gdzie wzdłuż transektu poprowadzonego prostopadle do koryta Odry wybrano 3 różne zbiorowiska roślinne: łąg wiązowo-jesionowy *Ficario-Ulmetum minoris* (L), łąg ulegający przesuszeniu, czyli tzw. łąg zgrądowiały (LZ), i las grądowy *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* (G). Stanowisko L wyznaczono na terasie zalewowej bezpośrednio przylegającej do starorzecza, w odległości około 500 m od koryta Odry. Stanowisko LZ graniczyło z L i było usytuowane na niewielkim wyniesieniu terenu około 550 m od rzeki. Stanowisko G znajdowało się na terasie nadzalewowej oddzielonej rowem melioracyjnym od stanowiska LZ około 800 m od koryta Odry. W doświadczeniu wykorzystano metodę woreczków ściółkowych, a następnie pobierano próby co kwartał (z wyjątkiem zimy) w okresie dwóch lat (Punkt 4.4.2.).

Badania wykazały, że rozkład opadu organicznego zachodził najszybciej w zbiorowisku grądowym, a najwolniej w łągu zgrądowiałym. Po dwuletnim okresie doświadczenia w lesie łągowym i grądowym rozłożyło się odpowiednio 69 i 71% opadu organicznego, a w łągu zgrądowiałym 62%. Takie zróżnicowanie mogło wynikać zarówno z różnych warunków siedliskowych, jak i czynników pogodowych, co w swoich badaniach potwierdzili inni autorzy [Gonet i in. 2007; Czubaszek i Iwanek 2012]. W zbiorowisku grądu, gdzie rozkład był największy, dominującym gatunkiem jest grab zwyczajny. Liście tego drzewa ulegają dekompozycji szybciej niż liście innych drzew liściastych [Dziadowiec 1987]. W zbiorowiskach łągowych warstwę drzewostanu tworzy przede wszystkim lipa drobnolistna z wiązem pospolitym, olszą szarą i klonem polnym, co wpłynęło na wydłużenie czasu dekompozycji w porównaniu do opadu liści na stanowisku grądowym [Dziadowiec 1987, 1990; Jonczak i in. 2015]. Niemniej jednak w przypadku stanowiska łągowego wydaje się, że korzystne warunki wilgotnościowe, wynikające z bezpośredniego sąsiedztwa starorzecza, stanowiły dodatkowy czynnik zwiększający tempo rozkładu materii organicznej. Niezależnie od rodzaju zbiorowiska leśnego tempo dekompozycji świeżej materii organicznej było największe w okresie zimowym i wiosennym. Najwyższą zawartość węgla organicznego i azotu ogólnego odnotowano w lesie grądowym, nieco niższą w lesie łągowym, natomiast

najniższą w łągu zgrądowiąłem. Podobnie przedstawiała się zasobność w przyswajalne formy fosforu, potasu i magnezu. Przeprowadzone badania potwierdziły, że wraz z postępującym rozkładem, bez względu na pochodzenie opadu organicznego, następował w nim wzrost zawartości węgla organicznego i azotu ogólnego, natomiast stosunek C/N ulegał zawężeniu. We wszystkich zbiorowiskach leśnych najintensywniejsze uwalnianie P, K i Mg do środowiska stwierdzono w okresie wiosennym i letnim. Malejące z upływem czasu zawartości form przyswajalnych były wzajemnie skorelowane. Podsumowując, dynamika rozkładu i analiza właściwości chemicznych materii organicznej mogą być wskaźnikiem przemian zachodzących w ekosystemach łągowych.

A4. Charakterystyka kwasów humusowych w osuszonych glebach zalewowych w klimacie umiarkowanym: badania spektroskopowe

Kawałko D., Jamroz E., Jerzykiewicz M., Piasecka-Ćwieliąg I. Characteristics of humic acids in drained floodplain soils in temperate climates: a spectroscopic study. *Sustainability* 2023, 15(14), 11417.

W dolinach rzecznych bardzo często występują gleby wzbogacone w materię organiczną. Warunki okresowo wysokiej wilgotności skutkują dużą akumulacją materii organicznej w poziomach powierzchniowych. Obniżenie poziomu wód gruntowych i zanik powodzi umożliwiają korzeniom roślin i faunie glebowej intensywniejszą i głębszą penetrację gleby. Jednocześnie działalność człowieka, która wykorzystuje zabiegi agrotechniczne w celu przekształcenia nadrzecznych obszarów leśnych w grunty rolne, doprowadziła do wymieszania powierzchniowej warstwy organicznej z podłożem mineralnym, powodując znaczne pogłębienie poziomów uprawnych, a w konsekwencji zmianę zasobów materii organicznej. Procesy pedogeniczne, pokrywa roślinna i reżim wodny gleby wpływają na tempo rozkładu glebowej materii organicznej (SOM) i globalny cykl biogeochemiczny [Berg 2014, Jamroz i in. 2014, Lajtha i in. 2018]. Większość węgla organicznego, ponad 70%, występuje w postaci wysoce reaktywnych i trwałych, niepodatnych na biodegradację substancji humusowych [DeNobili i in. 2000, Loffredo 2006]. Kwasy huminowe (HA) i fulwowe (FA) stanowią frakcje uznawane za najbardziej reaktywne w składnikach gleby, które utrzymują żyzność gleby i wpływają na jej stan fizyczny, chemiczny i biologiczny [Martin-Neto i in. 1998, Polláková i in. 2018, Weber i in. 2018]. Ostatnio coraz więcej uwagi poświęca się huminom uważanym za istotny składnik SOM i pełniącej ważną rolę w sekwestracji węgla lub wiązaniu zanieczyszczeń [Hayes i in. 2017, Weber i in. 2022].

Zasoby organicznego C w glebach zalewowych zostały dobrze opisane w literaturze [González i in. 2014, Wohl i Pfeiffer 2018, Łachacz i in. 2023], ale wciąż niewiele wiadomo na temat jakości materii organicznej, w tym charakterystyki molekularnej substancji humusowych, na tych obszarach. Badania ujęte w publikacji A4 miały na celu ocenę właściwości cząsteczek HA przy użyciu spektroskopowych technik instrumentalnych oraz określenie tempa i wskaźników humifikacji w glebach aluwialnych dotkniętych odwodnieniem.

Badaniom poddano profile glebowe w obrębie dwóch transektów, które znajdowały się na najniższych terasach doliny środkowej Odry. Według WRB (2015) zostały

sklasyfikowane jako Fluvic Cambisols (mady brunatne) i Fluvic Phaeozems (mady czarnoziemne). Pierwszy transekt zlokalizowano poza wałem w lesie łągowym i łągu zgradowiałym (niezalewowe), gdzie profile wykonano w odległości 900 m, 950 m, 1050 m od rzeki. Wyniki badań stanu roślinności na badanym obszarze zostały przedstawione we wcześniejszej publikacji [Kawałko i in. 2015]. Kolejny transekt zlokalizowano w strefie międzywala, na terenie okresowo zalewanym i użytkowanym jako użytki zielone. Profile zlokalizowano w odległości 120 m, 150 m, 200 m od rzeki.

Analizowane gleby aluwialne charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością całkowitego węgla organicznego (TOC) w zależności od sposobu użytkowania i odległości od Odry. Gleby leśne charakteryzowały się istotnie niższym TOC w porównaniu z glebami łąkowymi (odpowiednio od 26,0 do 39,9 g·kg⁻¹ i od 45,8 do 56,9 g·kg⁻¹). Obniżenie poziomu wód gruntowych powoduje powstanie warunków tlenowych w glebie. Sprzyja to intensyfikacji rozkładu materii organicznej, o czym świadczy niższy stosunek C/N w porównaniu z glebami zalewowymi. Podobne wyniki uzyskali Banach-Szott i in. [2018] oraz Kercheva i in. [2017], którzy odnotowali najwyższy TOC dla regularnie zalewanych Fluvisoli. Proces przemian materii organicznej po odwodnieniu doprowadził do zmiany składu frakcyjnego próchnicy w badanych glebach. Gleby okresowo zalewane kumulują materię organiczną, która ulega powolnej przemianie w kierunku substancji humusowych z przewagą struktur alifatycznych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że kwasy humusowe z gleb okresowo zalewanych charakteryzowały się mniej alifatycznym lub bardziej aromatycznym charakterem cząsteczek o wyższej masie cząsteczkowej i zwiększoną względną zawartością protonów aromatycznych i metoksylowych w porównaniu do kwasów humusowych z gleb poza obwałowaniem. W międzywalu, gdzie okresowo panują warunki redukcyjne, kwasy humusowe nie tracą tak wielu grup -OCH₃, jak w glebach lepiej utlenionych, przez co wykazują strukturę aromatyczną podobną do ligniny. Analiza PCA wskazała, że większa odległość od rzeki spowodowała tworzenie się mniej stabilnej materii organicznej, która w mniejszym stopniu przyczynia się do sekwestracji węgla. Konieczne jest zatem podejmowanie zabiegów, które zahamują zmiany reżimu wodnego gleb aluwialnych, powodujące przesuszenie gleby, zwiększoną mineralizacją, a w konsekwencji wyższą emisją CO₂. Uzyskane wyniki mogą przyczynić się do opracowania dobrych praktyk w celu zapewnienia wysokiej jakości materii organicznej i stabilności ekosystemów występujących w dolinach rzecznych.

A5. Profilowe rozmieszczenie potencjalnie toksycznych metali (i metaloidu As) w glebach równiny zalewowej środkowej Odry

Kawałko D., Karczewska A. (2023): Profile distributions of potentially toxic metal(loid)s in soils of the middle Odra floodplain (SW Poland). *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20.

Mady są często zanieczyszczone potencjalnie toksycznymi pierwiastkami pochodzenia geogenicznego i antropogenicznego. Zanieczyszczenia mogą być transportowane rzeką, czasami na duże odległości, zarówno w postaci rozpuszczonej, jak i zawieszanej. Metale i metaloidy mają jednak tendencję do stosunkowo szybkiego wytrącania się i wzbogacania

osadów dennych, zwłaszcza w bliskim sąsiedztwie ich źródła. Wzbogacone osady mogą być również potencjalnym wtórnym źródłem zanieczyszczenia. Ich transport na większe odległości, często związany ze zdarzeniami powodziowymi, może powodować gromadzenie się zanieczyszczeń przenoszonych przez wodę w glebach zalewowych [Cebula i Ciba 2005, Ciszewski i Grygar 2016, Kotková i in. 2019]. Takie wzbogacenie występuje głównie w powierzchniowych poziomach gleb aluwialnych, do pewnej głębokości. Jednak metale (metaloidy) mogą podlegać dalszej remobilizacji. Dotyczy to również doliny rzeki Odry, która w górnym biegu przepływa przez tereny historycznego i współczesnego górnictwa i przemysłu ciężkiego. Jej środkowy odcinek jest pod znacznie mniejszym wpływem zanieczyszczeń uwalnianych z Górnego Śląska, ale zrzuty wody z miasta Wrocławia oraz z Zakładu Przemysłu Chemicznego PCC Rokita w Brzegu Dolnym (uznanego za zakład podwyższonego ryzyka), mogą być dodatkowym źródłem potencjalnie toksycznych pierwiastków.

Celem niniejszej pracy (A5) było zbadanie, w jakim stopniu gleby w dolinie Odry są wzbogacone w pierwiastki toksyczne i jak przedstawia się ich rozkład profilowy. Sprawdzone, czy istnieją znaczące różnice między glebami strefy międzywała a terenami poza obwałowaniem. Ponadto podjęto próbę wyznaczenia lokalnego tła geochemicznego pierwiastków na podstawie ich stężeń w głębokich warstwach gleb różniących się uziarnieniem oraz określenia warunków wymaganych dla bezpiecznego wykorzystania zanieczyszczonych mad do celów rolniczych.

Badania obejmowały gleby w jej środkowym biegu Odry, poniżej Wrocławia, użytkowane jako pastwiska, łąki i pola uprawne. Gleby zlokalizowane zarówno w międzywału, jak i poza wałami wykazywały stratyfikację typową dla gleb aluwialnych. Poziomy powierzchniowe gleb międzywała zbudowane były z warstw pylasto-gliniastych o różnej głębokości, natomiast w przypadku profili poza wałami większość miała uziarnienie piasku. Wartości pH gleb mieściły się w bardzo szerokim zakresie: 3,40–7,37, a gleby silnie kwaśne (o $\text{pH} < 4,0$) występowały w obu strefach. Wartości pojemności sorpcyjnej znacznie różniły się, wahając się od 0,4 do 34,3 $\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ i były wyraźnie zależne od zawartości węgla organicznego w próbkach wierzchniej warstwy gleby oraz od zawartości frakcji łu w poziomach głębszych. Stężenia metali (metaloidów) w próbkach gleb wykazywały duże zróżnicowanie. Stwierdzono, że poziomy powierzchniowe i kopalne poziomy próchnicze gleb międzywała były znacznie wzbogacone w metale pochodzenia antropogenicznego, szczególnie Pb, Zn i Cd, a w mniejszym stopniu także w Cu i metaloid As. Ta grupa próbek była dodatkowo najbogatsza w węgiel organiczny i charakteryzowała się najwyższą pojemnością sorpcyjną. Gleby, dla których wykazano odczyn kwaśny, będą wymagały wapnowania w celu zmniejszenia ryzyka związanego z ich potencjalnym wykorzystaniem rolniczym. Należy jednak podkreślić, że problem ten ograniczał się do strefy międzywała, natomiast gleby położone poza obwałowaniem nie wykazały istotnego wzbogacenia w pierwiastki potencjalnie toksyczne ani na powierzchni, ani w głębszych poziomach.

Stężenia wszystkich pierwiastków w głębszej warstwie (>60 cm) w obu strefach wykazywały silną, udowodnioną statystycznie, liniową zależność od parametrów związanych z właściwościami sorpcyjnymi gleb, tj. zawartości łu oraz sumy łu+pył, przy czym ta ostatnia zależność była najbardziej istotna statystycznie. Na tej podstawie oceniono typowe stężenia

pierwiastków związane z uziarnieniem gleby, które można wykorzystać jako wartości tła geochemicznego dla gleb doliny Odry.

Tab. 2. Wartości tła geochemicznego w glebach aluwialnych doliny środkowej Odry w zależności od uziarnienia gleby

ił+pył %	piasek %	Pb mg·kg ⁻¹	Zn mg·kg ⁻¹	Cu mg·kg ⁻¹	As mg·kg ⁻¹	Mn mg·kg ⁻¹	Fe mg·kg ⁻¹
5	95	3.0	19	1.5	2.2	185	3.8
10	90	3.7	25	2.3	2.8	225	5.5
20	80	5.1	36	3.9	3.9	304	8.9
30	70	6.5	47	5.6	5.1	384	12.3
40	60	7.9	58	7.2	6.2	463	15.7
50	50	9.4	69	8.9	7.4	543	19.1
60	40	10.8	81	10.5	8.5	622	22.6
70	30	12.2	92	12.1	9.7	702	26.0
80	20	13.6	103	13.8	10.8	781	29.4
90	10	15.0	114	15.4	12.0	861	32.8

Niektóre wartości odstające, które nie pasowały do tych relacji, mogą wskazywać na redystrybucję elementów. Na przykład szczególne wzbogacenie w As w warstwach zbudowanych z osadów o bardzo ciężkim uziarnieniu, bogatych w Fe, mogło wynikać z historycznej redystrybucji As w warunkach redukcyjnych.

A6. Ryzyko środowiskowe związane z akumulacją toksycznych metali (i metaloidu As) w glebach równiny zalewowej Odry – przykład oceny opartej na zawartościach całkowitych, frakcjonowaniu oraz wskaźnikach geochemicznych

Kawalko D., Karczewska A., Lewińska K. (2023): Environmental risk associated with accumulation of toxic metalloids in soils of the Odra river floodplain – case study of the assessment based on total concentrations, fractionation and geochemical indices. *Environmental Geochemistry and Health*, s. 1–16.

Znaczne wzbogacenie gleb w pierwiastki potencjalnie toksyczne (PTE) może stanowić zagrożenie dla ludzi i środowiska, ze względu na ich możliwy transport do łańcucha pokarmowego i wypłukiwanie do wód naturalnych [Alloway 2013, Bhatti i in. 2018, Rinklebe i in. 2019, Shaheen i in. 2020]. Różni autorzy zaproponowali kilka wskaźników zanieczyszczenia, opartych na całkowitych stężeniach PTE w glebie, w celu oceny związanego z tym ryzyka [Kowalska i in. 2018, Lewińska i Karczewska 2019], z których najczęściej stosowanymi są: współczynnik wzbogacenia EF (Enrichment Factor) [Barbieri

2016], wskaźnik potencjalnego ryzyka ekologicznego RI (potential ecological Risk Index) [Hakanson 1980] oraz wskaźnik geoakumulacji Igeo [Müller 1981].

Chociaż całkowite stężenia PTE mogą służyć jako wskaźniki do wstępnej oceny zanieczyszczenia gleby, wiadomo, że nie jest to informacja, z której można bezpośrednio wnioskować o rzeczywistym ryzyku środowiskowym. Specjacja pierwiastków potencjalnie toksycznych w glebie zależy od rodzaju pierwiastka i jego powinowactwa do różnych składników gleby, a także od składu gleby i jej zmieniających się właściwości tj. pH, warunków redoks czy obecności składników chelatujących [Alloway 2013, Caporale i Violante 2016, Ponting i in. 2021]. Jeśli gleby podlegają silnie zmieniającym się warunkom, a do takich należą mady, ocena ryzyka nie może opierać się na tymczasowych właściwościach gleby. W takim przypadku konieczne jest zbadanie potencjalnej rozpuszczalności pierwiastków toksycznych, tj. należy określić pule, które mogą zostać uwolnione z fazy stałej w wyniku zmian warunków glebowych. Analiza frakcjonowania umożliwia określenie ilości pierwiastków związanych z różnymi składnikami gleby, które mogą być uwalniane przez różne mechanizmy. Ekstrakcja sekwencyjna jest najczęstszym podejściem, które można wykorzystać do zbadania zdefiniowanych operacyjnie frakcji metali w glebach i przewidywania możliwych zmian ich rozpuszczalności związanych ze zmieniającymi się warunkami glebowymi.

Wiedza na temat specjacji metali i metaloidów w glebach dolin rzecznych jest szczególnie ważna, ponieważ gleby te, okresowo zalewane, są bardzo podatne na zmiany warunków redoks i związane z tym zmiany rozpuszczalności pierwiastków [Ponting i in., 2021]. Wielu autorów analizowało formy różnych pierwiastków w zanieczyszczonych glebach aluwialnych, stosując różne procedury ekstrakcji sekwencyjnej [Frentiu i in. 2009, Barać i in. 2016, Rinklebe i Shaheen 2017, Aiyesanmi i in. 2020, Kanińska i in. 2022], a uzyskane przez nich wyniki dowodzą, że rozpuszczalność i formy potencjalnie toksycznych metali (i metaloidów) w tych glebach mogą się znacznie różnić. Stąd celem badań zaprezentowanych w publikacji A6 było określenie rzeczywistej rozpuszczalności i frakcjonowania pierwiastków, w szczególności pierwiastków pochodzenia głównie antropogenicznego, tj. Pb, Zn, Cu, As, a także dwóch metali głównie litogenicznych, tj. Fe i Mn, w glebach aluwialnych środkowej doliny Odry oraz omówienie ryzyka ich mobilizacji z gleb znacznie wzbogaconych. W pracy porównano wyniki frakcjonowania między różnymi poziomami genetycznymi i stanowiskami glebowymi, tj. w międzywałach okresowo zasilanych oraz poza obwałowaniem. Do oceny ryzyka środowiskowego zastosowano dwa różne podejścia. Pierwsze podejście polegało na obliczeniu wcześniej wspomnianych trzech geochemicznych wskaźników zanieczyszczenia: (EF), (RI) oraz (Igeo) na podstawie całkowitych stężeń pierwiastków potencjalnie toksycznych w glebach. Drugie podejście, w którym podkreślono znaczenie odczynu gleby dla oceny rzeczywistego ryzyka środowiskowego, obejmowało metodę opartą na obecnie obowiązujących polskich przepisach prawa z uwzględnieniem prognozowanych efektów wapnowania.

Spśród mad przedstawionych w pracy A5, do badań wybrano 5 profili, z których trzy zlokalizowane były w międzywałach, na terenach użytkowanych jako użytki zielone (łąki i pastwiska), okazjonalnie zalewane, a dwa poza obwałowaniem, na glebach użytkowanych jako grunty orne. Zgodnie z założeniami większość analizowanych próbek wykazywała uziarnienie gliny lub pyłu. Próbkę gleby reprezentatywną dla powierzchniowych warstw gleby

zawierały 18–118 g·kg⁻¹ Corg., a próbki z głębszych poziomów były znacznie uboższe w Corg. i jego zawartość utrzymywała się poniżej 18 g·kg⁻¹. Gleby silnie różniły się odczynem, przy czym pH wahało się od 3,4 do 7,4. Zarówno najniższe, jak i najwyższe wartości pH stwierdzono w glebach pól uprawnych, w strefie zawała, natomiast wszystkie próbki z międzywala miały odczyn lekko kwaśny lub kwaśny i pH w zakresie 3,7–5,3. Pojemność wymienna kationów była bardzo zróżnicowana (w zakresie 10,4–34,3 cmol(+)-kg⁻¹), w zależności zarówno od zawartości Corg, jak i frakcji iłu.

Uzyskane wyniki wskazują, że pojedyncza ekstrakcja i frakcjonowanie powinny odgrywać istotną rolę w ocenie zagrożenia stwarzanego przez pierwiastki potencjalnie toksyczne obecne w glebach, zwłaszcza jeśli geochemiczne wskaźniki zanieczyszczenia są podwyższone. Analiza operacyjnie zdefiniowanych form metali (metaloidów) w badanych glebach, przeprowadzona metodą ekstrakcji sekwencyjnej BCR, wykazała bardzo wysoki udział frakcji redukowalnej (F2) wszystkich pierwiastków, co sugeruje, że kluczowymi procesami prowadzącymi do ich akumulacji w glebach aluwialnych były prawdopodobnie współstrącanie i okludowanie w (hydroksy)tlenkach manganu i żelaza, powstałych jako osady rzeczne, które były dalej transportowane i osadzone na równinach zalewowych. Ponadto przewaga frakcji F2 pierwiastków wskazuje, że mogą one być potencjalnie uwalniane z gleb w warunkach redukujących, co dotyczy zwłaszcza poziomów z cechami oglejenia opadowego lub poziomów glejowych. Dwa pierwiastki, Zn i Mn, miały stosunkowo wysoki udział rozpuszczalnej w kwasach frakcji F1, głównie w poziomach powierzchniowych gleb strefy międzywala. Rzeczywistą rozpuszczalność Zn i Mn, oznaczoną w ekstrakcji z 1 M NH₄NO₃, również oceniono w tych przypadkach jako wysoką, głównie ze względu na niskie pH gleby (3,7–5,3). Udowodniono jednak, że wapnowanie gleby znacznie zmniejszy tę rozpuszczalność, ograniczając tym samym również zagrożenie dla środowiska. Chociaż stężenia Pb i Zn w niektórych próbkach glebowych poziomów próchnicznych w międzywale zostało sklasyfikowane na podstawie wskaźników EF i Igeo jako podwyższone, a potencjalne zagrożenie ekologiczne określone na podstawie stężeń sumarycznych w jednej próbce oceniono jako umiarkowane, to wyniki frakcjonowania potwierdziły, że realne zagrożenie w tych glebach można zmniejszyć do akceptowalnego poziomu, pod warunkiem zastosowania skutecznego wapnowania. Brak cech oglejenia opadowego lub gruntowego w poziomach próchnicznych gleb najbardziej wzbogaconych wskazuje, że warunki redukcyjne faktycznie tam nie występują, a zatem ryzyko uwolnienia redukowalnych form pierwiastków potencjalnie toksycznych, w szczególności Pb i As, jest znikome.

4.6. Podsumowanie

Zaprezentowane wyniki badań w pracach składających się na osiągnięcie naukowe pt. „Kształtowanie się właściwości mad rzecznych środkowej Odry w warunkach regulacji doliny rzecznej” stanowią, w mojej ocenie, istotny wkład w pogłębienie istniejącej wiedzy na ten temat oraz wykazaniu zarówno różnic, jak i podobieństw między uzyskanymi wynikami a danymi i poglądami innych badaczy. W kontekście przedstawionych wcześniej celów badań za najważniejsze wnioski należy uznać:

Analiza 34 profili gleb występujących na holocenijskiej terasie zalewowej potwierdziła zauważalną pedogeniczną przemianę morfologii gleb wynikającą z regulacji rzeki, eliminacji powodzi i trwałego obniżenia zwierciadła wód gruntowych.

Właściwości glejowe, zidentyfikowane w dolnej części tylko kilku profili, w większości pozostałych profili zostały zastąpione właściwościami stagnoglejowymi świadczącymi o istotnej zmianie reżimu wilgotności, związanej z przejściem od dominującego zaopatrzenia w wodę gruntową do zaopatrzenia w wodę opadową.

Obniżenie poziomu wód gruntowych przyczyniło się do rozwoju procesu brunatnienia, który wyraża się właściwościami morfologicznymi poziomu kambik, jego strukturalnością oraz dużą aktywnością biologiczną.

W badanych glebach leśnych rozwój diagnostycznego poziomu mollik, a zwłaszcza poziomów kambik, skorelowany był z przejściem od Fluvisols (mady właściwe) do Phaeozems (mady czarnoziemne), a w większości do Cambisols (mady brunatne), a tym samym potwierdził trwałą zmianę warunków siedliskowych.

Właściwości fizykochemiczne analizowanych gleb zależą od sposobu użytkowania terasy. Wśród gleb użytkowanych rolniczo wyraźne różnice zaobserwowano między glebami łąkowymi występującymi w międzywalu i gruntami ornymi poza obwałowaniem.

W rejonie prowadzonych badań wyraźnie widoczny jest także wpływ mikrorzeźby terenu i zmian położenia osadów aluwialnych podczas meandrowania rzeki, co przejawia się dużym zróżnicowaniem uziarnienia i warunków rozwoju innych właściwości profili zlokalizowanych blisko względem siebie.

O dynamice rozkładu leśnej materii organicznej zdecydowały rodzaj opadu roślinnego, temperatura oraz warunki wilgotnościowe. Uzyskane wyniki potwierdziły, że tempo dekompozycji stanowi wskaźnik przemian zachodzących w ekosystemach łągowych pozbawionych zalewów.

Proces przemian materii organicznej po odwodnieniu doprowadził do zmiany składu frakcyjnego próchnicy w badanych glebach leśnych i łąkowych. Większa odległość od rzeki spowodowała tworzenie się mniej stabilnej materii organicznej, która w mniejszym stopniu przyczynia się do sekwestracji węgla. Perspektywy na przyszłość powinny koncentrować się na kontynuacji badań w kierunku określenia wpływu długości okresu zalewu na powstawanie i strukturę substancji humusowych w glebach w celu określenia stopnia ich stabilizacji w środowisku.

Badane gleby użytkowane rolniczo charakteryzowały się zróżnicowanym stężeniem metali (mataloidów), o czym zdecydowały przede wszystkim uziarnienie i pojemność sorpcyjna. Poziomy powierzchniowe i kopalne gleby międzywala, bogate w próchnicę, były znacznie wzbogacone w metale pochodzenia antropogenicznego, szczególnie Pb, Zn i Cd, a w mniejszym stopniu także w Cu i metaloid As. Mady położone poza obwałowaniem nie wykazały istotnego wzbogacenia w pierwiastki potencjalnie toksyczne ani na powierzchni, ani w głębszych poziomach. Gleby o odczynie kwaśnym, będą wymagały wapnowania w celu zmniejszenia ryzyka związanego z ich potencjalnym wykorzystaniem rolniczym.

Ocena ryzyka środowiskowego wykazała, że akumulacja pierwiastków potencjalnie toksycznych związana była z procesami współstrącania i okluzji w (hydroksy)tlenkach manganu i żelaza w osadach aluwialnych. Stwierdzono, że PTE mogą być potencjalnie uwalniane z gleb w warunkach redukujących. Jednak brak cech oglejenia opadowego lub

gruntowego w poziomach próchnicznych gleb najbardziej wzbogaconych wskazuje, że warunki redukcyjne faktycznie tam nie występują, a zatem ryzyko uwolnienia redukowalnych form pierwiastków potencjalnie toksycznych, w szczególności Pb i As, jest znikome.

4.7. Bibliografia

- Adamski A., Betleja J., Świerkosz K., Wawręty R. (2007): Wartości przyrodnicze dolin rzecznych Polski. Jak skutecznie chronić przyrodę dolin rzecznych? Materiały szkoleniowe dla uczestników warsztatów zorganizowanych w dniach 29-30 maja 2007 przez Towarzystwo na rzecz Ziemi - Polska Zielona Sieć, 5–11.
- Aiyesanmi A. F., Oladele M. F., Adelodun A. A., Idowu G. A. (2020): Speciation and bioavailability studies of toxic metals in the alluvial soil of Onukun River floodplain in Okitipupa, Southwestern Nigeria. *Environmental Quality Management* 30(2), 131–143.
- Alloway B. J. (Ed.). (2013): Heavy metals in soils. Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability (3rd ed.). Springer.
- Andres-Domenech, I., Garcia-Bartual, R., Montanari, A., Marco, J.B. (2015): Climate and hydrological variability: The catchment filtering role. *Hydrology and Earth System Sciences* 19, 379–387.
- Banach-Szott M., Kondratowicz-Maciejewska K., Kobierski M. (2018): Humic substances in Fluvisols of the Lower Vistula flood-plain, North Poland. *Environ Sci Pollut Res.* 25, 23992–24002.
- Banaszuk H. (1987): Zależność układu przestrzennego, wykształcenia litologicznego i cech profilowych mad od budowy geomorfologicznej doliny zalewowej rzek niżowych na przykładzie odcinka doliny Narwi. *Rocz. Glebozn.* 38(3), 103–119.
- Barbieri M. (2016): The importance of enrichment factor (EF) and geoaccumulation index (Igeo) to evaluate the soil contamination. *Journal of Geology and Geophysics* 5, 237.
- Barać N., Škrivanj S., Bukumirić Z., Živojinović D., Manojlović D., Barać M., Ćorac A. (2016): Distribution and mobility of heavy elements in floodplain agricultural soils along the Ibar river (Southern Serbia and Northern Kosovo). Chemometric investigation of pollutant sources and ecological risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research* 23(9), 9000–9011.
- Bawden, A.J., Burn, D.H., Prowse, T.D. (2015): Recent changes in patterns of western Canadian river flow and association with climatic drivers. *Hydrology Research* 46, 551–565.
- Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojaska U., Prusinkiewicz Z. (2005): Badania ekologiczno – gleboznawcze. PWN, Warszawa, ss. 344.
- Berg B. (2014): Decomposition patterns for foliar litter – a theory for influencing factors. *Soil Biol Biochem.* 78, 222–232.
- Bhatti S. S., Kumar V., Kumar A., Gouzos J., Kirby J., Singh J., Nagpal A. K. (2018): Potential ecological risks of metal (loid) s in riverine floodplain soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 164, 722–731.
- Bojakowska I., Sokołowska G. (1998): Wpływ górnictwa i hutnictwa rud metali na zanieczyszczenie pierwiastkami śladowymi aluwii Odry. *Prz. Geol.* 46(7), 603–608.
- Broadmeadow S., Nisbet T. R. (2004): The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice. *Hydrology and Earth System Sciences* 8, 286–305.
- Brożek S. (2011): Gleby i siedliska leśne nizin i wyżyn Polski – ujęcie klasyczne i numeryczne. *Rocz. Glebozn.* 57(4), 7–15.
- Brunke M., Hoehn E., Gonser T. (2003): Patchiness of river-groundwater interactions within two floodplain landscapes and diversity of aquatic invertebrate communities. *Ecosyst.* 6, 707–722.
- Budek A. (2010): Geneza i wiek poziomów próchnicznych w osadach równin zalewowych dolin przedpola Karpat. PAN, Prace Geograficzne nr 222, ss. 122.

- Caporale A. G., Violante A. (2016): Chemical processes affecting the mobility of heavy metals and metalloids in soil environments. *Current Pollution Reports* 2(1), 15–27.
- Cebula E., Ciba J. (2005): Effects of flooding in southern Poland on heavy metal concentrations in soils. *Soil Use Manag.*, 21, 348–351.
- Chojnicki J. (2002): Procesy glebotwórcze w madach środkowej doliny Wisły i Żuław. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, ss. 83.
- Cieśla A. (2009): Wpływ zabudowy hydrotechnicznej Odry na zróżnicowanie fitosocjologiczne siedlisk łągowych kompleksu leśnego Prawików. *Leś. Pr. Bad.* 70 (2): 161–174.
- Ciszewski D., Czajka A. (2015): Human-induced sedimentation patterns of a channelized lowland river. *Earth Surf. Proc. Landforms* 40, 783–795.
- Ciszewski D., Czajka A., Błazej S. (2008): Rapid migration of heavy metals and ¹³⁷Cs in alluvial sediments, Upper Odra River valley, Poland. *Environmental Geology* 55(7), 1577–1586.
- Ciszewski D., Grygar T. M. (2016): A review of food-related storage and remobilization of heavy metal pollutants in river systems. *Water, Air, & Soil Pollution* 227(7), 1–19.
- Ciszewski D., Turner J. (2009): Storage of sediment-associated heavy metals along the channelized Odra River Poland. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34(4), 558–572.
- Czubaszek R., Iwanek E. (2012): Rozkład opadu organicznego w zbiorowiskach roślinnych porastających wydmy śródotrowe w dolinie Narwi. *Sylvan*, 156(6), 444–450.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. (2004): Łęgowe lasy dębowo-wiązowo-jesionowe (Ficario-Ulmetum). W: Herbich J. [red.]. *Lasy i bory. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Tom 5. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.*
- Décamps H., Fortuné M., Gazelle F., Pautou G. (1988): Historical influence of man on the riparian dynamics of a fluvial landscape. *Landscape Ecology* 1(3), 163–17.
- De Nobili M., Bravo C., Chen Y. (2000): The spontaneous secondary synthesis of soil organic matter components: A critical examination of the soil continuum model theory. *Applied Soil Ecology* 154, 103655.
- Doulatyari B., Basso S., Schirmer M., Botter G. (2014): River flow regimes and vegetation dynamics along a river transect. *Adv. Water Resour.* 73, 30–43.
- Dradrach A., Szopka K., Karczewska A. (2020): Ecotoxicity of pore water in meadow soils affected by historical spills of arsenic-rich tailings. *Minerals*, 10(9), 751.
- Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych i dzikiej fauny i flory. *Dz.U. L 206 z 22.7.1992.*
- Dziadowiec H. (1987): The decomposition of plant litter fall in an oak–linden–hornbeam forest and an oak–pine forest of the Białowieża National Park. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 56(1), 169–185.
- Dziadowiec H. (1990): Rozkład ściółek w wybranych ekosystemach leśnych. Wydawnictwo UMK, Toruń, Rozprawy, ss.137.
- Frentiu T., Ponta M., Levei E., Cordos E. A. (2009): Study of partitioning and dynamics of metals in contaminated soil using modified four-step BCR sequential extraction procedure. *Chemical Papers* 63(2), 239–248.
- Gonet S., Dębska B., Zaujec A., Banach–Szott M., Szombathowa N. (2007): Wpływ gatunku drzew i warunków glebowo-klimatycznych na właściwości próchnicy gleb leśnych. W: *Rola materii organicznej w środowisku. PTSH, Wrocław*, 61–98.
- Głuchowska B., Pływaczyk L. (2008): Zwierciadło wody gruntowej w dolinie Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym. *Współczesne Problemy Inżynierii Środowiska* 5, 1–109.
- Gonzáles E., Cabezas A., Corenblit D., Steiger J. (2014): Autochthonous versus allochthonous organic matter in recent soil C accumulation along a floodplain biogeomorphic gradient: an exploratory study. *J. Environ. Geogr.* 7, 1/2, 29–38.
- Greger O. (1998): Begründung von Elbauewäldern unter besonderer Berücksichtigung des Vorwaldgedankens. *Forst und Holz* 53(13), 412–414.

- Hakanson L. (1980): An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water Research* 14, 975–1001.
- Hayes M.H.B., Mylotte R., Swift R.S. (2017): Humin: Its Composition and Importance in Soil Organic Matter. *Adv. Agron.* 143, 47–138.
- Hulisz P., Michalski A., Dąbrowski M., Kusza G., Łęczyński L. (2015): Human-induced changes in the soil cover at the mouth of the Vistula River Cross-Cut (northern Poland). *Soil Sci. Annu.* 66(2), 67–74.
- IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports* 2015, No. 106, FAO, Rome, pp. 182.
- Jahn R., Blume H.P., Asio V.B., Spaargaren O., Schad P. (2006): *Guidelines for Soil Description*. FAO, Rome, Italy, pp. 97.
- Jamroz E., Kocowicz A., Bekier J., Weber J. (2014): Properties of soil organic matter in Podzols under mountain dwarf pine (*Pinus mugo* Turra.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in various stages of dieback in the East Sudety Mountains, Poland. *For. Ecol. Manag.* 330, 261–270.
- Jonczak J., Parzych A., Sobisz Z. (2015): Decomposition of four tree species leaf litters in headwater riparian forest. *Baltic Forestry* 21(1), 133–143.
- Kabała C. (2022): Origin, transformation and classification of alluvial soils (mady) in Poland – soils of the year 2022. *Soil Sci. Annu.* 73(3), 156043.
- Kabała C. (red.) (2015): *Gleby Dolnego Śląska – geneza, różnorodność i ochrona*. 29. Kongres PTG we Wrocławiu, PTG, PTSH, ss. 256.
- Kabata-Pendias A., Szeke B. (2015): *Trace elements in abiotic and biotic environments*. Taylor & Francis, pp. 468.
- Kanińska R., Varga J., Benková N., Kizeková M., Jančová L. (2022): Floodplain soils contamination assessment using the sequential extraction method of heavy metals from past mining activities. *Scientific Reports* 12(1), 1–15.
- Kawalko D., Halarewicz A., Pruchniewicz D. (2015): Stan roślinności nadodrzańskich lasów łągowych w okolicach Wołowa. *Sylwan* 159(3), 220–226.
- Kercheva M., Sokolowska Z., Hajnos M., Skic K., Shishkov T. (2017): Physical parameters of Fluvisols on flooded and non-flooded terraces. *Int. Agrophys.* 31, 73–82.
- Kicińska A. (2019): Environmental risk related to presence and mobility of As, Cd and Tl in soils in the vicinity of a metallurgical plant—Long-term observations. *Chemosphere*, 236, 124308.
- Kondracki J. (2002): *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa, ss. 441.
- Kotková K., Nováková T., Tumorová, Š., Kiss T., Popelka J. Famera, M. (2019): Migration of risk elements within the floodplain of the Litavka River, the Czech Republic. *Geomorphology*, 329, 46–57.
- Kowalska J., Mazurek R., Gąsiorek M., Zaleski T. (2018): Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination - a review. *Environmental Geochemistry and Health* 40(6), 2395–2420.
- Lajtha K., Bowden R.D., Crow S., Fekete I., Kotroczo Z., Plante A., Simpson M.J., Nadelhoffer K.J. (2018): The detrital input and removal treatment (DIRT) network: insights into soil carbon stabilization. *Sci. Total Environ.* 640, 1112–1120.
- Laskowski S. (1986): Powstawanie i rozwój oraz właściwości gleb aluwialnych doliny środkowej Odry. *Zesz. Nauk AR we Wrocławiu, Rozprawy* 56, ss. 68.
- Lasota J., Błońska E. (2013): *Siedliskoznawstwo leśne na nizinach i wyżynach Polski*. Wyd. UR w Krakowie, ss. 228.
- Lewińska, K., Karczewska, A. (2019): A release of toxic elements from military shooting range soils as affected by pH and treatment with compost. *Geoderma* 346, 1–10.
- Ligeża, S. (2016): *Zmienność współczesnych mad puławskiego odcinka Wisły*. *Rozprawy Naukowe UP*, z. 385 Lublin, ss. 131.

- Loffredo E., Senesi N. (2006): The role of humic substances in the fate of anthropogenic organic pollutants in soil with emphasis on endocrine disruptor compounds in: *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation*. Springer Netherlands, 3–23.
- Łabaz B., Kabała C. (2016): Human-induced development of mollic and umbric horizons in drained and farmed swampy alluvial soils. *Catena* 139, 117–126.
- Łachacz A., Kalisz B., Sowiński P., Smreczak B., Niedźwiecki J. (2023): Transformation of Organic Soils Due to Artificial Drainage and Agricultural Use in Poland. *Agriculture* 13(3), 634.
- Martin-Neto L., Rosell R., Sposito G. (1998): Correlation of spectroscopic indicators of humification with mean annual rainfall along a temperate grassland climosequence. *Geoderma* 81, 305–311.
- Matuszkiewicz J. M. (2007). *Zespoły leśne Polski*. PWN, Warszawa, ss. 358.
- Müller G. (1981): Die Schwermetallbelastung der Sedimenten des Neckers und Seiner Nebenflüsse. *Chemiker-Zeitung* 6, 157–164. (in German).
- Nilsson C., Berggren K. (2000): Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation: Dam operations have caused global-scale ecological changes in riparian ecosystems. How to protect river environments and human needs of rivers remains one of the most important questions of our time. *BioScience* 50(9), 783–792.
- Nowicka E., Olszewska B., Pływaczyk L., Łyczko W. (2015): Zmiany poziomów wód gruntowych w dolinie rzeki Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym w okresie 1971-2012. *Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumictus* 14(1), 169–178.
- Pawlak W., Pawlak J. (2008): *Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego*. Wyd. 2, Uniwersytet Wrocławski, PAN.
- Pływaczyk L. (1997): The impact of river damming on valley on the example of Brzeg Dolny. *Monografie, AR Wrocław*, 11, ss. 47.
- Pływaczyk L., Olszewska B. (1998): Woda jako czynnik różnicujący walory przyrodnicze doliny na przykładzie stopnia wodnego w Brzegu Dolnym. *Przegląd Naukowy Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW*, 16, 177-185.
- Polláková N., Šimanský V., Kravka M. (2018): The influence of soil organic matter fractions on aggregates stabilization in agricultural and forest soils of selected Slovak and Czech hilly lands. *J Soils Sediments*. 18, 2790–2800.
- Ponting J., Kelly T. J., Verhoef A., Watts M. J., Sizmur T. (2021): The impact of increased flooding occurrence on the mobility of potentially toxic elements in floodplain soil – a review. *Science of The Total Environment* 754, 142040.
- Rinklebe J., Shaheen S. M. (2017): Geochemical distribution of Co, Cu, Ni, and Zn in soil profiles of Fluvisols, Luvisols, Gleysols, and Calcisols originating from Germany and Egypt. *Geoderma* 307, 122–138.
- Rinklebe J., Antoniadis V., Shaheen S. M., Rosche O., Altermann, M. (2019): Health risk assessment of potentially toxic elements in soils along the central Elbe river, Germany. *Environment International*, 126, 76–88.
- Roj-Rojewski S., Hryniewiecka I. (2009): Wykształcenie profilowe i właściwości fizyczne gleb mułowato-glejowych i madowych w dolinie Supraśli w okolicy Jurowiec. *Rocz. Glebozn.* 60(4), 85–90.
- SgP. Kabała C. (red.) (2019): *Systematyka gleb Polski*. Wydanie szóste – podstawy teoretyczne, schemat klasyfikacji i korelacje. *Soil Sci. Annu.* 70(2), 71–97.
- Shaheen S. M., Antoniadis V., Kwon E., Song H., Wang S. L. Hseu, Z. Y., Rinklebe, J. (2020): Soil contamination by potentially toxic elements and the associated human health risk in geo- and anthropogenic contaminated soils: a case study from the temperate region (Germany) and the arid region (Egypt). *Environmental Pollution* 262, 114312.
- Sikorska E. (2002): *Siedliska leśne cz. I. Siedliska obszarów niżowych*. Wyd. 3, AR w Krakowie, ss. 136.

- Šimanský V. (2018): Can soil properties of Fluvisols be influenced by river flow gradient. *Acta Fytotech. Zootech.* 21, 2, 63–76.
- Stefańska-Krzaczek E. (2013): Bogactwo gatunkowe osuszonych lasów łągowych w środowisku miejskim Wrocławia. *Sylwan* 157(5), 366-375.
- Urbańska U., Świtoniak M., Charzyński P. (2022): Alluvial soils – a stream into soil awareness. *Soil Science Annual* 73(4), 152484.
- Ward J.V., Malard F., Tockner K. (2002): A framework for integrating pattern and processes in river corridors. *Landscape Ecol.* 17 (Suppl. 1), 35–45.
- Wawręty R. (2007): Wpływ budownictwa wodnego na przyrodę. W: *Jak skutecznie chronić przyrodę dolin rzecznych? Towarzystwo na rzecz Ziemi, Polska Zielona Sieć, Oświęcim*, 26–31.
- Weber J., Chen Y., Jamroz E., Miano T. (2018): Preface: Humic substances in the environment. *J. Soils Sediments* 18, 2665–2667.
- Weber J., Jamroz E., Kocowicz A., Debicka M., Bekier J., Ćwiąg-Piasecka I., Ukalska-Jaruga A., Mielnik L., Bejger R., Jerzykiewicz M. (2022): Optimized isolation method of humin fraction from mineral soil material. *Environ. Geochem. Health* 44, 1289–1298.
- Wohl E., Pfeiffer A. (2018): Organic carbon storage in floodplain soils of the U.S. prairies. *River Res Appl.* 34, 406–416.
- Wójcicki K. (2006): The oxbow sedimentary subenvironment: its value in palaeogeographical studies as illustrated by selected fluvial systems in the upper Odra catchment, southern Poland, *Holocene* 16, 589–603.

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

Zasadniczą część mojej aktywności naukowej realizowałam na macierzystej uczelni, tj. Akademii Rolniczej we Wrocławiu, która w 2006 roku została przekształcona w Uniwersytet Przyrodniczy. Badania naukowe rozpoczęłam podczas studiów magisterskich i poszerzając ich zakres i tematykę kontynuuję je w Instytucie Nauk o Glebie, Nawożenia Roślin i Ochrony Środowiska do chwili obecnej. W moim dorobku mam wiele prac jednoautorskich, samodzielnych [2-10, 13, 43], ale niektóre prace realizowane były w dużych zespołach, we współpracy z naukowcami z innych uczelni m.in. Politechniki Opolskiej i Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie [51], a także z Centrum Badawczo Rozwojowym CUPRUM i Państwowym Instytutem Geologicznym [23, 46, 47]. Współpraca interdyscyplinarna z zespołami w kraju [24, 25] pozwoliła na przygotowanie raportów o stanie środowiska. Badania nad doskonaleniem metod analiz laboratoryjnych uziarnienia gleb prowadziłam przy współudziale naukowców z zagranicy - Tibora Nováka z Uniwersytetu w Debreczynie [53] oraz Marii Kreymeier z laboratorium badawczego AGROLAB (Sarstedt) w Niemczech [57]. Efektem współpracy międzynarodowej są również komunikaty naukowe wygłaszane na konferencjach w kraju i za granicą (Zał. 4, pkt II.4.2).

5.1. Omówienie pozostałych osiągnięć badawczych

Poza pracami, które wchodzi w skład osiągnięcia naukowego pt. „Kształtowanie się właściwości mad rzecznych środkowej Odry w warunkach regulacji doliny rzecznej”, moja aktywność badawcza skupiała się w trzech obszarach tematycznych:

1. Właściwości i produktywność gleb na obszarach prawnie chronionych.
2. Zmiany właściwości gleb w wyniku nasilonej antropopresji.
3. Doskonalenie metod analiz laboratoryjnych gleb - zastosowanie pływaka zawieszonoego do oznaczania uziarnienia gleb.

1. Właściwości i produktywność gleb na obszarach prawnie chronionych.

Prace dotyczące właściwości gleb i ich produktywności realizowałam przede wszystkim na obszarach prawnie chronionych Dolnego Śląska. Obejmowały tereny Ślęzańskiego Parku Krajobrazowego i Parku Krajobrazowego Doliny Jezierzycy oraz obszary objęte innymi formami ochrony przyrody, w tym obszary chronionego krajobrazu (Dolina Czarnej Wody, Dolina Baryczy) i obszary Natura 2000 na terenie nadleśnictwa Wołów. Przedmiotem badań były zarówno gleby leśne, jak i użytkowane rolniczo (grunty orne i użytki zielone). Analizy dotyczyły morfologii, właściwości mineralogicznych, fizycznych i fizykochemicznych oraz klasyfikacji gleb. Badałam także wzajemne relacje między czynnikami glebowymi i roślinnością [1, 2].

Pod względem regionalnym Ślęzański Park Krajobrazowy wraz z otuliną należy do makroregionu Przedgórze Sudeckiego, stanowiąc mezoregion zwany Masywem Ślęży. Masyw Ślęży z punktu widzenia budowy geologicznej oraz petrografii i geochemii tworzy kompleks ofiolitowy, najlepiej wykształcony w tej części Europy w orogenezie waryscyjskiej. Budują go paleozoiczne skały zasadowe i kwaśne t.j.: gabro, granit, amfibolit i serpentynit. W procesie powstawania gleb ważną rolę odgrywa także klimat, szata roślinna oraz kategoria użytkowania. Nie bez znaczenia jest, iż Ślęzański Park Krajobrazowy należy do terenów, na których funkcjonuje normalna gospodarka rolna i leśna. Ponadto duża różnorodność litogeniczna na tak małym obszarze, znaczne zróżnicowanie wysokościowe oraz urozmaicona rzeźba terenu, zadecydowały o wyborze Ślęzańskiego Parku Krajobrazowego jako terenu badawczego - Grant KBN 1998-1999 (II.9.). Obiekty badań wytypowałam kierując się rodzajem skały macierzystej (4 różne skały macierzyste) i kategorią użytkowania (gleby leśne i rolne: łąki i grunty orne) [3-5]. Wśród utworów wytworzonych z danej skały macierzystej były gleby o różnym sposobie użytkowania. Gleby wytworzone z amfibolitu, gabra i granitu zaliczyłam do wietrzeniowo - deluwialnych gleb brunatnych kwaśnych i płowych, a utwory wytworzone z serpentynitu do rankerów. Analizowane gleby charakteryzowały się znaczną szkieletością, a skład granulometryczny ich części ziemistych odpowiadał pyłom ilastym i gliniastym oraz glinom zwykłym i lekkim [3, 4]. Skład mineralogiczny frakcji koloidalnej badanych gleb wykazywał duże zróżnicowanie. We frakcji koloidalnej gleb wytworzonych z amfibolitu stwierdzono obecność takich minerałów jak: amfibol, wermikulit - chloryt oraz illit – smektyt, natomiast w przypadku gleb wytworzonych z gabra: illit - smektyt, kaolinit, illit

oraz minerał smektytowo - podobny. Skalenie, kaolinit, chloryt - wermikulit występowały we frakcji koloidalnej gleb wytworzonych z granitu. W składzie mineralogicznym serpentynitowej skały macierzystej były obecne: talk, sepiolit i serpentyn. We frakcji iłu koloidalnego wszystkich omawianych gleb zaznaczył się chloryt i kwarc [6]. Rodzaj kategorii użytkowania analizowanych gleb w dużym stopniu zdecydował o ich właściwościach fizycznych. Gleby leśne charakteryzowały się niższą retencją wodną w porównaniu z odpowiadającymi im glebami użytkowymi rolniczo [4]. Podobnie znaczne różnice parametrów fizykochemicznych (zawartość materii organicznej, odczyn, właściwości sorpcyjne, zasobność w składniki pokarmowe) były powodowane przede wszystkim sposobem użytkowania [5, 7-9]. Badane gleby nie wykazywały podwyższonej całkowitej zawartości oznaczonych metali ciężkich [10]. Tylko w rankerach zaobserwowałam wyższą zawartość niklu i chromu, na co wpłynął skład mineralogiczny serpentynitu.

Kolejnym obszarem badawczym był Park Krajobrazowy Doliny Jezierzycy. Główną oś hydrologiczną powierzchniowej sieci hydrograficznej na obszarze Parku stanowi rzeka Odra, lecz to nie ona w głównej mierze kształtuje tu środowisko. Obszary leśne i łąkowe przecinane są siecią mniejszych i większych cieków wodnych, z których największym jest rzeka Jezierzycza, będąca prawostronnym dopływem Odry. Długookresowa i sezonowa dynamika procesów rzecznych, specyficzny mikroklimat oraz łączność hydrologiczna ze wszystkimi abiotycznymi i biotycznymi elementami środowiska determinują specyficzną różnorodność i dynamikę siedlisk dolin rzecznych: od suchych borów sosnowych, przez grądy, łągi aż po bagna i podmokłe olsy. Ponadto teren ten charakteryzuje się zróżnicowaną budową geologiczną. Czwartorzędowe holoceni i plejstoceni piaski i żwiry akumulacji rzecznej spoczywają na piaskach i utworach trzeciorzędowych wytworzonych z ilów. Dodatkowo fakt, że od pradawnych czasów doliny rzek były poddawane zagospodarowaniu przez człowieka, co doprowadziło do ich silnego przekształcenia, biologicznego zubożenia, obniżenia retencji i przyspieszenia odpływu wody, skłoniły do podjęcia badań na tym terenie. W dużej mierze badania dotyczyły określenia wpływu głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej na właściwości gleb w siedliskach łągowych i pod lasami grądowymi, gdzie poziom wody gruntowej uległ obniżeniu na skutek regulacji Odry - Grant KBN 2009-2013 (II.9.). Przy wyborze obiektów badawczych kierowałam się rodzajem zbiorowiska roślinnego oraz uziarnieniem skały macierzystej (utwory luźne i zwarte) [1, 11-17]. Analizowane gleby klasyfikowane były zgodnie z Systematyką gleb Polski (1989), jako gleby brunatne, rdzawe, gruntowo-glejowe i w przeważającej części mady rzeczne. Budowa profilowa oraz skład granulometryczny poszczególnych poziomów genetycznych gleb zlokalizowanych na niższej terasie zalewowej potwierdziły dominującą rolę czynnika hydrologicznego w ich powstawaniu. Wszystkie analizowane utwory charakteryzowały się odczynem kwaśnym i typowym rozmieszczeniem materii organicznej z maksymalną zawartością w poziomie akumulacyjnym. Analiza ilościowa składu frakcyjnego wykazała istotne zróżnicowanie między związkami próchnicznymi poziomów organicznych i próchnicznych w glebach badanych siedliskach lasów grądowych i łągowych. Wyraźnie większa ilość wydzielonej frakcji I oraz wyższa wartość stosunku C_{kh}/C_{kf} w zbiorowisku grądu, świadczyła o bardziej sprzyjających warunkach dla przebiegu procesu humifikacji oraz większej stabilności kwasów huminowych gleb tego siedliska [11]. Wyniki wskazywały, że analizowane gleby gruntowo-glejowe w

porównaniu z madami posiadały znacznie słabsze właściwości retencyjne oraz fizykochemiczne [16, 17]. Wszystkie gleby w lasach grądowych charakteryzowały się niedostateczną zasobnością w fosfor i potas, natomiast cechowała je dobra zasobność w przyswajalny magnez [16].

Zagadnieniem godnym uwagi na tym obszarze prawnie chronionym była ocena wpływu aktualnych warunków hydrologicznych Odry poniżej Brzegu Dolnego na florę wybranych lasów łęgowych [18]. Na potrzeby badań wytypowano trzy wydzielania leśne, każde o powierzchni około 2 ha. Położone na terasie zalewowej stanowisko I bezpośrednio przylegało do starorzecza, a stanowisko II (graniczące z I) było usytuowane na niewielkim wyniesieniu terenu. Stanowisko III wyznaczono na terasie nadzalewowej oddzielonej rowem melioracyjnym od stanowiska II. Na wybranych obszarach w okresie ostatnich kilku lat nie wykonywano żadnych zabiegów gospodarczych oraz nie stwierdzono obecności wiatrolomów. Kolejnym kryterium wyboru stanowisk było ich bliskie sąsiedztwo względem siebie, umożliwiające swobodną migrację gatunków oraz wzrastająca odległość od koryta rzeki (dla stanowiska I – około 500 m; II – około 550 m; III – około 800 m). Przeprowadzone badania potwierdziły wyraźne zmiany czynników siedliskowych doliny Odry. Wraz ze zmniejszeniem liczby i udziału gatunków higrofilnych w analizowanych zbiorowiskach łęgowych zaobserwowano wzrost udziału gatunków mezofilnych związanych z grądami.

Zaburzenia reżimu hydrologicznego w ekosystemach nadbrzeżnych wpływają na interakcje między właściwościami gleby a roślinnością. Istniejące warunki siedliskowe w zbiorowiskach roślinnych można ocenić zarówno za pomocą pomiarów bezpośrednich, jak i pośrednich. W kolejnej pracy podjęto próbę porównania wyników uzyskanych bezpośrednimi i pośrednimi metodami zbierania danych oraz trafność badanych zmiennych. Badania oparto na danych z powierzchni założonych w 90-letnich lasach łęgowych w dolinie Odry. Cechy siedlisk takie jak wilgotność gleby, zawartość azotu i odczyn gleby, zostały wyrażone bezpośrednio za pomocą pomiarów terenowych i pośrednio za pomocą wartości wskaźników Ellenberga [19]. Uzyskane wyniki wykazały, że skład gatunkowy fitocenozy roślinnych oraz zmiany ilościowe poszczególnych taksonów są przydatnymi wskaźnikami w badaniu i monitorowaniu zmian środowiskowych. Porównując wyniki uzyskane bezpośrednimi i pośrednimi metodami zbierania danych stwierdzono, że do oceny stanu siedliska powinny być preferowane dane z pomiarów bezpośrednich. Ponadto zaobserwowano znaczący spadek wilgotności gleby i zmianę jej odczynu, co świadczy o rozpoczęciu procesu przesuszania tego siedliska.

W badaniach prowadzonych na terenie Parku Krajobrazowego Doliny Jezierzycy, analizie poddano również gleby wybranych siedlisk leśnych, w których występowała czeremcha amerykańska (*Prunus serotina*) [20-22]. Gatunek ten został wprowadzony do lasów Europy Środkowej w celu uzyskania w krótkim czasie dobrej jakości drewna. Zakładano, że nasadzenia nowej rośliny przyczynią się do wzbogacenia podszytu, polepszenia warunków glebowych w borach sosnowych oraz do ochrony przeciw pożarom i silnym wiatrom. Tymczasem czeremcha amerykańska rozprzestrzeniła się w sposób niekontrolowany, wkraczając także na siedliska lasów bagiennych [20]. Badania glebowe i fitosocjologiczne przeprowadzono w latach 2010 i 2011 w Nadleśnictwie Wołów, gdzie w drugiej połowie XX wieku gatunek został wprowadzony w wyniku celowych nasadzeń jako domieszka biocenotyczna. W pięciu typach siedliskowych lasu (bór świeży, bór mieszany

świeży, bór mieszany wilgotny, las mieszany świeży, las mieszany wilgotny) wytypowano łącznie 13 obiektów badawczych, które różniły się udziałem *Prunus serotina* w podszybie drzewostanów. Uwzględniono różne stadia rozwojowe rośliny (siewki, podrost krzewów, niskie drzewa) występujące w poszczególnych warstwach lasu. Badania pokazały, że podrost *Prunus serotina* jest wrażliwy na wzrost kwasowości gleby i jej niewielką zasobność w składniki pokarmowe. Jednak pomimo niesprzyjających warunków podłoża młode osobniki potrafią przetrwać ten krytyczny okres rozwoju. Silne uwilgotnienie gleby oddziałuje negatywnie na wszystkie stadia rozwojowe czeremchy amerykańskiej. Na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego zasobność głębszych warstw gleby w wodę w największym stopniu wpływa na obecność drzew i krzewów czeremchy amerykańskiej. Kolejne prace związane były z określeniem sezonowej zmienności wybranych właściwości gleb w drzewostanie sosnowym, zachodzącej pod wpływem ekspansji czeremchy amerykańskiej w podszybie. Badania prowadzono w dwóch 60-letnich monokulturach sosnowych występujących na glebach bielcowych [21]. Wybrane fitocenozy leśne różniły się obecnością *Prunus serotina*. Na stanowisku I czeremcha amerykańska była nieobecna w warstwie krzewów, a na stanowisku II jej udział w podszybie wynosił od 50 do 80% powierzchni pokrycia. Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że obecność czeremchy amerykańskiej w borze sosnowym wpływa na zmiany właściwości poziomu organicznego, które dotyczą wzrostu zasobności w azot ogólny oraz zawężenia stosunku C/N. W drzewostanie sosnowym z *Prunus serotina*, za wyjątkiem okresu wiosennego, zostało zaobserwowane istotne zmniejszenie kwasowości gleby zarówno w poziomie organicznym, jak i próchnicznym. Stąd oceniając wpływ gatunku inwazyjnego na kształtowanie właściwości gleby, należy rozpatrywać parametry glebowe z uwzględnieniem ich sezonowej zmienności w biocenozie. Prace dotyczące oceny zależności między właściwościami gleby a składem gatunkowym lasu sosnowego zaatakowanego przez *Prunus serotina* również potwierdziły, że obecność czeremchy amerykańskiej jest skorelowana ze stosunkiem C/N w glebie i ma znaczący wpływ na różnorodność florystyczną fitocenoz [22].

1. Kabata C., Bekier J., Bińczycki T., Bogacz A., Bojko O., Cuske M., Ćwieląg-Piasecka I., Dębicka M., Galka B., Gersztyn L., Glina B., Jamroz E., Jezierski P., Karczewska A., Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.**, Kierczak J., Kocowicz A., Krupski M., Kusza G., Łabaz B., Marzec M., Medyńska-Juraszek A., Muszytyfaga E., Perlak Z., Pędziwiatr A., Pora E., Przybył A., Straczyńska S., Szopka K., Tyszka R., Waroszewski J., Weber J., Woźniczka P. (2015): *Gleby Dolnego Śląska – geneza, różnorodność i ochrona*. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Wrocław 2015, ss. 255: ISBN 978-83-934096-4-8. Monografia wydana z okazji 29. Kongresu PTG we Wrocławiu oraz Międzynarodowego Roku Gleby (IYS2015) UP we Wrocławiu, ss. 255.
2. **Kawałko D.** (2021): *Repozytorium: Morphology and properties of alluvial soils in the Odra valley (SW Poland, Forest District Wołów) - Research data repository* <https://arche.upwr.edu.pl/index.php/s/KCZv4rZcKln7aPY>
3. **Kawałko D.** (1998): *Skład granulometryczny gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślęzańskiego Parku Krajobrazowego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 464: 143-150.
4. **Kawałko D.** (2000): *Skład i właściwości gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślęzańskiego Parku Krajobrazowego. Część 1. Właściwości fizyczne*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, z. 396, Rolnictwo LXXVII, 29-47.
5. **Kawałko D.** (2003): *Niektóre właściwości fizyko-chemiczne gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślęzańskiego Parku Krajobrazowego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 493: 621-627.
6. **Kawałko D.** (2004): *Skład i właściwości gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślęzańskiego Parku Krajobrazowego. Część 2. Charakterystyka frakcji koloidalnej*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXXXV, 487: 1-26.

7. **Kawałko D.** (2006): *Composition and properties of soils developed from different parent rocks in the area of Ślężański Landscape Park. Part III. Content of organic carbon and total nitrogen.* Zesz. Nauk UP we Wrocławiu, Rolnictwo LXXXIX, nr 546, 109-114.
8. **Kawałko D.** (2000): *Właściwości sorpcyjne gleb leśnych i użytkowanych rolniczo wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślężańskiego Parku Krajobrazowego.* Szczeliniec – Wyd. PNGN, nr 4: 351-352.
9. **Kawałko D.** (2000): *Zawartość substancji organicznej i azotu ogólnego w glebach wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślężańskiego Parku Krajobrazowego.* Szczeliniec – Wyd. PNGN, nr 4: 353-354.
10. **Kawałko D.** (2000): *Zawartość manganu, cynku i miedzi w glebach wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślężańskiego Parku Krajobrazowego.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 471: 313-318.
11. **Kawałko D., Łabaz B., Jezierski P.** (2011): *Fractional composition of humus compounds in the ectohumus of soils in the Galio Sylvatici-Carpinetum and Alno-Ulmion forests.* Polish Journal of Soil Science Vol. XLIV, No 2: 117-132.
12. **Kawałko D., Kaszubkiewicz J.** (2008): *Właściwości gleb wybranych siedlisk leśnych na terenie Parku Krajobrazowego Dolina Jezierzycy.* Roczn. Glebozn., Tom LIX, nr 3/4: 115 -121.
13. **Kawałko D.** (2009): *The evaluation of manganese, zinc and copper content in the soils of chosen forest habitats in the area of Jezierzycy River Valley Landscape.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 541, cz.I, 217-224.
14. **Kołodziejczyk K., Kawałko D.** (2010): *Wybrane właściwości gleb pod lasami grądowymi na terenie Parku Krajobrazowego Dolina Jezierzycy.* Roczn. Glebozn., Tom LXI, nr 1: 52-59.
15. **Kawałko D., Kaszubkiewicz J.** (2010): *Właściwości fizyczne gleb pod lasami grądowymi na terenie Parku Krajobrazowego Doliny Jezierzycy.* Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie i PTG Oddział w Rzeszowie, Nr 13, 81-82.
16. **Kawałko D., Jezierski P., Kaszubkiewicz J.** (2011): *Właściwości fizykochemiczne gleb w lasach grądowych na terenie Parku Krajobrazowego „Dolina Jezierzycy”.* Ochrona środowiska i zasobów naturalnych, IOŚ Warszawa, z. 49, 279-287.
17. **Kawałko D., Kaszubkiewicz J.** (2011): *Właściwości fizyczne gleb w lasach grądowych na terenie Parku Krajobrazowego Dolina Jezierzycy.* Roczn. Glebozn., Tom LXII, nr 1: 82-90.
18. **Kawałko D., Halarewicz A., Pruchniewicz D.** (2015): *Stan roślinności nadodrzańskich lasów łęgowych w okolicach Wołowa.* Sylwan 159 (3): 220-226.
19. **Halarewicz A., Pruchniewicz D., Kawałko D.** (2021): *Using direct and indirect methods to assess changes in riparian habitats.* Forests 2021, 12(4), 504.
20. **Halarewicz A., Kawałko D.** (2014): *Wpływ czynników glebowych na występowanie Prunus serotina w fitocenozach leśnych.* Sylwan R. 158 (2): 117-123.
21. **Halarewicz A., Pruchniewicz D., Kawałko D.** (2017): *Kształtowanie właściwości gleb w borze sosnowym z udziałem czeremchy amerykańskiej (Prunus serotina Ehrh.).* Sylwan 161 (2): 149–154.
22. **Halarewicz D., Pruchniewicz D., Kawałko D.** (2017): *Black cherry (Prunus serotina) invasion in a Scots pine forest: relationships between soil properties and vegetation.* Pol. J. Ecol. 65 (2): 295–302.

2. Zmiany właściwości gleb w wyniku nasilonej antropopresji.

Badania nad zmianami właściwości gleb powodowanymi działalnością człowieka, w których brałam udział, prowadzone były na terenie województwa dolnośląskiego [23-25]. Dotyczyły głównie zanieczyszczenia gleb substancjami stwarzającymi ryzyko środowiskowe, w szczególności metalami ciężkimi, arsenem oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi. Badania prowadzono na obszarach poddanych działaniu różnych czynników antropogenicznych: w sąsiedztwie zakładów przemysłowych, na terenach objętych oddziaływaniem współczesnego oraz dawnego górnictwa i przetwórstwa rud, w rejonie składowisk odpadów, a także w pobliżu szlaków komunikacyjnych.

Wieloletnie prace obejmowały przede wszystkim gleby użytkowane rolniczo na terenie Sudetów i Przedgórze Sudeckiego [23, 26-30]. Długa i bogata w wydarzenia geologiczne przeszłość Sudetów i Przedgórze Sudeckiego sprawiła, że w regionie tym występuje wiele surowców mineralnych. Złoto, rudy srebra i ołowiu, miedzi, cyny, później węgiel kamienny,

arsen oraz kobalt stanowiły wielkie bogactwo tego terenu. Pozyskiwanie ich na przestrzeni kilku wieków ma swoje konsekwencje m.in. w postaci licznych pozostałości dawnych robót górniczych: hałd skały płonnej, zapadlisk czy też częściowo lub w pełni zachowanych szybów i sztolni. Jednym z najbardziej niekorzystnych skutków działalności górniczej i procesów przeróbki wydobytej kopaliny jest powstawanie hałd skały płonnej oraz składowisk odpadów flotacyjnych. Ze względu na zajmowaną powierzchnię, rodzaj składowanego materiału i sposób ich eksploatacji, obiekty te wpływają na wszystkie komponenty środowiska: wody, gleby, powietrze atmosferyczne i roślinność. Świadomość możliwego, negatywnego wpływu wymienionych czynników i obiektów na stan pokrywy glebowej skłoniły Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego do przeprowadzenia badań gleb użytkowanych rolniczo ze szczególnym uwzględnieniem zawartości metali na terenie 11 powiatów obszaru Sudetów i Przedgórze Sudeckiego [23]: bolesławieckiego, dzierzoniowskiego, jaworskiego, jeleniogórskiego [26, 27, 31], kamiennogórskiego, kłodzkiego, lubańskiego, lwóweckiego, wałbrzyskiego, ząbkowickiego [28, 30, 31] i zgorzeleckiego. Badania nad zawartością metali ciężkich w glebach objęły populację 1369 próbek pobranych na użytkach rolnych. Przy wyborze punktów poboru kierowano się ich reprezentatywnością dla gruntów rolnych na danym obszarze pod kątem składu granulometrycznego, typologii gleb oraz sposobu rolniczego użytkowania. Metodękę ujednolicono zarówno odnośnie poboru próbek jak i wykonania analiz [23]. Omawiane powiaty stanowią części składowe trzech regionów funkcjonalnych: intensywnego rolnictwa (3 powiaty), przemysłowo-rekreacyjno-turystycznego (4 powiaty) i rolniczo-przemysłowo-rekreacyjnego (4 powiaty), spośród pięciu ustalonych regionów funkcjonalnych dla województwa dolnośląskiego. Typologicznie na glebach użytków rolnych badanego obszaru, dominują: gleby płowe, brunatne wylugowane i kwaśne oraz brunatne właściwe. Pod względem składu granulometrycznego przeważają gleby wytworzone z pyłów oraz glin lekkich i zwykłych. Dokonując oceny stanu zanieczyszczenia gruntów rolnych metalami ciężkimi stwierdzono, że obszary, na których występowały przekroczenia obowiązujących wówczas standardów, stanowią zaledwie niewielki ułamek całej powierzchni. Udział punktów badawczych, w których występowały zanieczyszczenia, odniesiony do wszystkich przebadanych punktów, wynosi od 0,0% dla chromu do 1,3% dla ołowiu. Jedynie dla arsenu, ze względu na występowanie przekroczeń w rejonie Złotego Stoku oraz powiecie zgorzeleckim, udział punktów z przekroczeniem standardów sięgnął 9,5%, co jednak nie odzwierciedla udziału gleb zanieczyszczonych arsenem w ogólnej powierzchni gruntów rolnych badanego obszaru, gdyż ten jest znacznie mniejszy. Przeprowadzone badania całkowitych zawartości metali ciężkich pozwoliły na ustalenie kilku rejonów, w których występowały zanieczyszczenia polimetaliczne. Były to obręby: Miedzianka w gminie Janowice Wielkie, w powiecie jeleniogórskim, gdzie miało miejsce zanieczyszczenie cynkiem, miedzią, ołowiem, kadmem i rtęcią, oraz Lipa w gminie Bolków, w powiecie jaworskim, gdzie stwierdzono zanieczyszczenie cynkiem, miedzią, ołowiem i kadmem. Ponadto tereny otaczające składowiska odpadów poflotacyjnych w gminie Warta Bolesławiecka, cechowało zanieczyszczenie miedzią i ołowiem. Pozostałe stwierdzone zanieczyszczenia na obszarze Sudetów i Przedgórze Sudeckiego związane były z wysoką zawartością pojedynczego pierwiastka. Taki charakter miały zanieczyszczenia arsenem w Złotym Stoku, w powiecie ząbkowickim oraz w obrębach Działoszyn i Lutogniewie w powiecie zgorzeleckim, a także w obrębach Pobiednia i Czerniawa w powiecie lubańskim. Do

tej grupy zaliczono również zanieczyszczenie niklem w obrębie Szklary, w powiecie ząbkowickim oraz zanieczyszczenie ołowiem w obrębach miasta Lubawka i wsi Okrzeszyn w powiecie kamiennogórskim oraz Kuźnice Świdnickie i miasta Boguszów Gorce w powiecie wałbrzyskim.

Analiza tła zawartości metali ciężkich w glebach pozwoliła dostrzec podwyższone średnie koncentracje cynku, miedzi i ołowiu w powiatach sudeckich tj.: kamiennogórskim, jeleniogórskim i wałbrzyskim. Przyczyną tego jest inny niż na przedgórzu charakter skały macierzystej, a także w pewnym stopniu, oddziaływanie rozproszonych zanieczyszczeń, powodowanych przez dawny przemysł wydobywania i przetwórstwa metali.

Spośród pozostałych metali zaobserwowano podwyższone tło zawartości arsenu w powiatach zgorzeleckim i jaworskim, związane najprawdopodobniej z oddziaływaniem rozproszonych zanieczyszczeń pochodzących ze spalania węgla w elektrowniach i elektrociepłowniach dawnego „Czarnego Trójkąta”. Jednocześnie na przeciwległym krańcu badanego obszaru w powiecie ząbkowickim, nawet po wyeliminowaniu próbek z rejonu Złotego Stoku, stwierdzono podwyższony poziom zawartości arsenu w glebach. Ponadto, w powiatach ząbkowickim i dzierzoniowskim odnotowano podwyższone zawartości niklu z kumulacją, w zanieczyszczonym tym pierwiastkiem, obrębie Szklary. Pozyskiwanie wielu surowców mineralnych na przestrzeni wieków spowodowało, w kilku rejonach, dostrzegalne zmiany w środowisku glebowym Sudetów i Przedgórze Sudeckiego. Podobne badania przeprowadzono w zasięgu powiatu średzkiego [32, 33] i złotoryjskiego [29], Rolniczych Zakładów Doświadczalnych Swojec [34] oraz na terenach ogródków działkowych Wrocławia [35], Oleśnicy [36] i Bielawy [37].

W ramach prac prowadzonych na terenach objętych działalnością górnictwem podjęto także próbę określenia, jakie kryteria powinien spełniać obszar przyjęty dla wyznaczania tła geochemicznego do obliczania indeksów geoakumulacji na terenach zanieczyszczonych [38, 39]. Do badań wytypowano dwa obiekty. Pierwszy z nich zlokalizowany był w rejonie wspomnianej wcześniej miejscowości Miedzianka, w powiecie jeleniogórskim. Górnictwo w okolicach Miedzianki zapoczątkowało odkrycie w 1156 roku złóż rud żelaza. Do XIX wieku w okolicach miejscowości wydobywano srebro, miedź oraz kobalt. Po roku 1945 roku wydobywano w tym rejonie uran. W wyniku rabunkowego prowadzenia prac wydobywczych powstały znaczące szkody górnicze, co doprowadziło do podjęcia w roku 1967 roku decyzji o likwidacji osady. Drugim obiektem wytypowanym do badań był teren sąsiadujący z Huta Miedzi „Legnica”. Emisja do atmosfery zanieczyszczeń pyłowych w wyniku działalności Huty spowodowała zanieczyszczenie otaczających gleb pierwiastkami metalicznymi tj. Cu, Pb, Cd, As. Jednoczesne emitowanie zanieczyszczeń gazowych o charakterze kwaśnym przyczyniło się do zakwaszenia gleb, co skutkuje wzrostem fito- i ekotoksyczności metali ciężkich na obszarze tzw. strefy ochronnej. Do analizy zawartości miedzi oraz ołowiu w glebach, w rejonie Huty Miedzi „Legnica” pobrano 54 próbki, natomiast z okolic miejscowości Miedzianka 15 prób glebowych. Materiał do badań pobierano z głębokości 0-30 cm z kilku miejsc bezpośrednio sąsiadujących (w odległości nie przekraczającej 5m) z punktem badawczym. Na obszarach leśnych, które na obiektach zanieczyszczonych mogą charakteryzować się znacznymi koncentracjami pierwiastków metalicznych zdecydowano, aby we wszystkich przypadkach pobierać próbki z poziomów mineralnych. Dla każdego obiektu przyjęto trzy wartości tła geochemicznego. Mianem tła nr 1 określono gleby z

obszaru bliskiego oddziaływania emitora zanieczyszczeń, tła nr 3 - gleby z obszaru oddalonego min. 6 km od źródła zanieczyszczeń oraz tła nr 2 - będącego sumą tła 1 i 3. Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że klasy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi określone w oparciu o indeks geoakumulacji zależą wyraźnie od obliczonego poziomu tła geochemicznego. Do wyznaczania tła geochemicznego należy wykorzystywać obszary niezanieczyszczone metalami ciężkimi, tzn. będące poza zasięgiem oddziaływania badanych obiektów, a jednocześnie charakteryzujące się pokrywą glebową o analogicznej pedogenezie. Wyniki koncentracji analizowanych metali ciężkich, na obszarze przyjętym do wyznaczania tła geochemicznego, powinny cechować się rozkładem monomodalnym, zbliżonym do rozkładu normalnego lub ewentualnie logarytmiczno-normalnego. Brak statystycznie istotnych różnic dla wartości tła geochemicznego obliczonych w oparciu o wyniki z obszarów bliższych obiektu Miedzianka i położonych w większej odległości, wskazał na niewielki zasięg oddziaływania, w odróżnieniu od obiektu Huta Miedzi „Legnica”, gdzie zasięg oddziaływania, oceniany w oparciu o to samo kryterium, sięgał kilku kilometrów.

Skutki negatywnych zmian w środowisku wynikające z budowy i eksploatacji zbiorników osadów poflotacyjnych wskazują na konieczność podjęcia działań umożliwiających rekultywację tych obiektów i wprowadzenie na nich trwałej okrywy roślinnej. W związku z tym przeprowadzono badania, które miały na celu określenie czy i w jakim stopniu wymieszanie osadów po flotacji rud miedzi, składowanych w zbiorniku w miejscowości Warta Bolesławiecka, z dostępnymi w dużych ilościach w jego otoczeniu i możliwymi do przetransportowania substancjami mineralnymi, poprawi krytyczne właściwości osadów uniemożliwiające powstanie na ich powierzchni okrywy roślinnej [40]. Dla oceny przydatności różnych substancji mineralnych do modyfikacji właściwości fizycznych i fizykochemicznych odpadów poflotacyjnych (nadkład: z kamieniołomu, piaskowni, hałdy skały płonnej) dokonano ich wymieszania z osadami poflotacyjnymi i przygotowano poletki doświadczalne w różnych kombinacjach. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że dodatek materiałów mineralnych do osadów poflotacyjnych w warstwie 8 cm spowodował spadek kapilarnej i połowej pojemności wodnej w warstwie 0-25 cm, tj. w zasięgu mieszania ich z odpadami. Okazało się, że zastosowanie 8 cm warstwy materiałów mineralnych do gruntów z odpadów poflotacyjnych nie jest zabiegiem wystarczającym. Poprawie właściwości powietrznych towarzyszyło w dalszym ciągu nadmierne zasolenie, brak fosforu przyswajalnego, zbyt wysokie pH oraz nadmierna koncentracja miedzi. Zatem przeprowadzenie skutecznej rekultywacji biologicznej będzie wymagało zastosowania warstw materiału o większej miąższości połączonego z nawożeniem gruntu osadników poflotacyjnych i odpowiednim doбором roślin.

Analizując przyczyny niekorzystnych zmian właściwości gleb, zwrócono również uwagę na zanieczyszczenie wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA). Badaniem objęto gleby w bezpośrednim sąsiedztwie nielegalnych wysypisk śmieci w powiecie jeleniogórskim [41]. Ze względu na gromadzone odpady objekty podzielono na dwie zasadnicze grupy: hałdy z przewagą odpadów komunalnych oraz hałdy z przewagą gruzu i materiałów budowlanych. Celem badań było oznaczenie stężeń wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (t.j.: naftalen, antracen, fenantren, chryzen, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(g,h,i)perylene, fluoranten) oraz

określenie wzajemnych relacji między poszczególnymi WWA, a także zależności między WWA i ilością próchnicy grupy gleb o naturalnej i antropogenicznie podwyższonej zawartości tych związków. Uzyskane wyniki ujawniły liczne przypadki przekroczenia normatywnych poziomów poszczególnych WWA, a także ich sumarycznej zawartości. Zastosowanie analizy statystycznej stężeń pozwoliło na podzielenie badanych obiektów na dwie grupy różniące się znacznie poziomem poszczególnych WWA, jak również ich sumarycznym stężeniem. W grupie obiektów, które zostały sklasyfikowane jako niezanieczyszczone stwierdzono występowanie dodatniej, istotnej statystycznie korelacji między stężeniem ogólnym WWA a zawartością związków próchnicznych, natomiast w grupie obiektów skażonych korelacja była statystycznie nieistotna [41].

W kolejnych badaniach dotyczących wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych skupiono się na zawartości przede wszystkim benzo(a)pirenu w glebach różnych obiektów zlokalizowanych na obszarze powiatów: wrocławskiego, oławskiego i oleśnickiego [42, 43]. Źródłami zanieczyszczeń dla tych obiektów były: duże zakłady przemysłowe (Huta Oława S.A., Zakłady Samochodowe Jelcz S.A.), komunalne składowiska odpadów, elektrociepłownia (elektrociepłownia „Czechnica” oraz otoczenie położonej w pobliżu hałdy odpadów pohutniczych dawnej huty żelazo-chromu „Siechnice) oraz drogi szybkiego ruchu (droga lokalna Oleśnica – Dobroszyce, droga krajowa E67 Wrocław – Oleśnica). Celem podjętych prac było określenie wpływu podstawowych właściwości gleby: składu granulometrycznego, ilości materii organicznej i odczynu na zawartość benzo(a)pirenu w glebach oraz uzyskanie odpowiedzi na pytanie, co jest głównym czynnikiem decydującym o zawartości tego związku w środowisku glebowym. Przeprowadzone badania oraz statystyczna analiza otrzymanych wyników pozwoliły na stwierdzenie, że koncentracja B(a)P w badanych glebach nie wykazuje korelacji z zawartością iłu koloidalnego, części spławianych, zawartością próchnicy i odczynem. Rozkład zawartości benzo(a)pirenu miał wyraźnie bimodalny charakter. Pierwsze maksimum występowało w przedziale od 4 do 8 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast drugie w granicach od 64 do 128 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Badane obiekty zakwalifikowano do dwóch grup. Pierwszą stanowiły obiekty, w których średnie zawartości B(a)P nie przekraczały 30 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a koncentracje tego związku w pojedynczych punktach praktycznie nigdy nie przekraczały tej wartości. Druga grupa to obiekty, w których średnie koncentracje B(a)P były wyższe niż 30 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ale jednocześnie na obiektach tych wystąpiły punkty (ok. 30%), w których odnotowano zawartości B(a)P poniżej 30 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Zastosowanie testu t-Studenta pozwoliło podzielić badane obiekty na 3 grupy: a) obiekty niezanieczyszczone - w większości otoczenia gminnych składowisk odpadów; b) obiekty o dużym zróżnicowaniu wyników - w tej grupie znalazły się dogi oraz otoczenie Zakładów Samochodowych w Jelczu; c) obiekty zanieczyszczone - otoczenie jednego ze składowisk odpadów, otoczenie hałdy w Siechnicach i huty Oława oraz obszar po zrehabilitowanym składowisku odpadów w miejscowości Wawrzeńczyce w gminie Mietków. Po dokonaniu transformacji do logarytmów zawartości B(a)P w glebach obiektów niezanieczyszczonych uzyskały rozkład normalny, natomiast w glebach obiektów zanieczyszczonych miały rozkład odbiegający od normalnego. Jednocześnie po obliczeniu wartości średnich oraz odchyłeń standardowych dla poszczególnych obiektów, a następnie dokonaniu transformacji odwrotnej i obliczeniu współczynników zmienności dla tak otrzymanych charakterystyk pokazano, że maleją one zdecydowanie wraz ze wzrostem średniej zawartości B(a)P w glebie [42].

Zagadnieniem godnym uwagi w tematyce gleb poddanych silnej antropopresji było zasolenie, stanowiące jeden z głównych czynników środowiskowych ograniczających plony w rolnictwie. Lokalne procesy zasolenia obserwowane są od wielu lat w rejonie przebiegu rurociągów transportujących słone wody z kopalń KGHM Polska Miedź S.A. do zbiornika osadów poflotacyjnych. W wyniku zdarzających się awarii rurociągów dochodzi do zalania gleb i następnie infiltracji wysokozmineralizowanych wód technologicznych. W rezultacie dochodzi do miejscowego zasolenia gleb. Przewaga opadów nad parowaniem i przesiąkanie opadu do wód gruntowych powodują z czasem samoistne odsalanie zalanych gleb. Na podstawie badań podejmowanych bezpośrednio po wystąpieniu awarii i zalaniu gleb oraz w okresie późniejszym podjęto próbę opisu przebiegu naturalnego odsalania gleb jakie zachodzi w wyniku przesiąkania wód opadowych [44, 45]. Przebadano i opisano gleby z 5 obiektów, na których w latach 1995 – 2008 doszło do awarii. Określono zasolenie gleb i obsadę kompleksu sorpcyjnego. Stwierdzono spadek zasolenia gleb oraz spadek udziału sodu w kompleksie sorpcyjnym zachodzące pod wpływem przesączania się wód opadowych przez glebę. Spadek zasolenia gleby wyrażonego poprzez proporcję do zasolenia początkowego, odniesiony do wielkości opadów pozostawał w liniowym związku z parametrem charakteryzującym skład granulometryczny. Tempo desalinizacji było zdecydowanie szybsze w glebach o lekkim składzie granulometrycznym. Jednocześnie proces ten przebiegał łatwiej w poziomach powierzchniowych gleby i był opóźniony w czasie w poziomach podpowierzchniowych.

W ramach mojej aktywności badawczej podjęłam także prace dotyczące procesów erozji na terenach użytkowanych jako grunty orne. Najbardziej rozpowszechnioną metodą prognozowania strat gleby na skutek powierzchniowej erozji wodnej jest opracowany w USA model USLE (Universal Soil Loss Equation), który znajduje zastosowanie również w Polsce. Model USLE pozwala przewidywać średnią wielkość strat gleb, zachodzących wskutek erozji wodnej dla dowolnych, znanych kombinacji zmianowania i zabiegów uprawowych, przy określonych właściwościach gleby i topografii terenu oraz przy znanej erozyjności opadów, zastępowanej, w niektórych uproszczonych wersjach, wielkością opadów. Zastosowanie modelu dla większych powierzchni o zróżnicowanych przestrzennie wartościach wykorzystywanych parametrów (t.j. uziarnienie, zawartość próchnicy, długość i nachylenie stoku, sposób uprawy) oraz dla dłuższych okresów czasowych, napotyka jednak na poważne trudności obliczeniowe. Celem podjętych badań było znalezienie procedury obliczeniowej umożliwiającej zastosowanie modelu dla obszaru małej zlewni rolniczej przy zmieniających się w kolejnych latach uprawach na poszczególnych stokach [46, 47]. Procedurę obliczeniową testowano na obszarze zlewni rzeki Zielnica, położonej na Pogórzu Izerskim i w Obniżeniu Żytawsko-Zgorzeleckim. Uprawy przyporządkowywano do stoków drogą losowania. Prawdopodobieństwo przyporządkowania w losowaniu konkretnej uprawy do danego stoku uwzględniało kompleksy rolniczej przydatności gleb oraz dane statystyczne o areale poszczególnych upraw na obszarze gminy. Lasy uznano za obszary o niezmiennym sposobie użytkowania. Zlewnię rzeki Zielnica podzielono na 16 obszarów, z których woda spływa bezpośrednio do rzeki bądź też do zasilających ją cieków. Wydzielone obszary oraz kierunki spływów określono na podstawie mapy wysokościowej oraz skonstruowanego w tym celu cyfrowego modelu terenu. Dodatkowo obszary podzielono na podobszary o jednakowym nachyleniu i określono dla nich wartość czynnika LS opisującego łącznie długość i nachylenie

stoku. Zastosowano algorytm dla stoków o zmiennym nachyleniu, wprowadzając modyfikację umożliwiającą uwzględnienie zróżnicowanej powierzchni poszczególnych części stoku. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowana metoda losowego przyporządkowania upraw do stoków umożliwia określenie uśrednionej wielkości zmywu powierzchniowego gleby dla dłuższych okresów badawczych na obszarze małej zlewni o zróżnicowanym użytkowaniu. Do określenia średniej wielkości zmywu powierzchniowego wystarczy znajomość areалу poszczególnych użytków i uprawianych roślin oraz uwzględnienie ograniczeń związanych z kompleksami rolniczej przydatności gleb. Pozostałe dane stosowane w obliczeniach USLE mają względnie stały charakter i mogą być odczytane z cyfrowego modelu terenu, mapy glebowo-rolniczej lub pozyskane z danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Ważny wątek w mojej działalności naukowej stanowiły badania nad wykorzystaniem różnych komponentów do poprawy właściwości gleb poddanych silnej antropopresji. Prace poświęcone tej tematyce realizowano zarówno w formie eksperymentów laboratoryjnych, jak i doświadczeń polowych. Badania z wykorzystaniem superabsorbentów przeprowadzono w ramach Projektu UE 2010-2012 (II.9.). Superabsorbenty (SAP-y), zwane też hydrożelami, to luźno usieciowane polimery hydrofilowe mające zdolność absorbowania dużej ilości wody, przez co mogą mieć zastosowanie również w rolnictwie. W uprawie roślinnej najczęściej stosowane są związki na bazie poliakryloamidu, poli(kwasu akrylowego) lub polimetakrylowego i ich pochodnych. SAP-y działają w glebie jako bufor wilgotności ograniczając tzw. stres wodny u roślin. Zatrzymując wodę zapobiegają jednocześnie wypłukiwaniu z gleby związków nawozowych i środków ochrony roślin. Woda absorbowana przez rośliny z superabsorbentów może być łatwo wykorzystana, ponieważ siła ssące korzeni jest zwykle wyższa niż siła, z jaką wiążą wodę superabsorbenty. Jednak niektóre czynniki zewnętrzne tj. nacisk gleby oraz zasolenie roztworu glebowego wpływają ograniczająco na retencję wody przez hydrożele. Celem badań było określenie jednoczesnego działania dwóch czynników na właściwości superabsorbentów: nacisku zdeponowanej masy gleby oraz roztworu glebowego o zróżnicowanym zasoleniu ($216 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz $347 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) [48]. Do doświadczenia wykorzystano superabsorbent Aquaterra 20-40, który ma postać białych grudek o średnicy ok. 2 mm w stanie suchym oraz 10 mm po nawilżeniu. Pod względem chemicznym jest to usieciowany poliakrylan potasu. Badania wykazały, że superabsorbent był wrażliwy nawet na niewielkie wartości nacisku zdeponowanej na nim gleby. W związku z tym należy go umieszczać na możliwie jak najmniejszej głębokości. Największe różnice w pęcznieniu hydrożelu, związane z zasoleniem roztworu, występowały przy małych wartościach nacisku. Przy zastosowaniu obciążenia powyżej $1100 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$, różnice wyraźnie malały. Stwierdzono, że skład chemiczny retencjonowanego roztworu może negatywnie wpływać na właściwości superabsorbentu. Szczególnie roztwory zawierające kationy dwuwartościowe ograniczały pęcznienie SAPu [49]. Kolejne eksperymenty nad superabsorbentami dotyczyły aspektów metodycznych wyznaczania krzywych desorpcji wody tych komponentów [50]. W pracy przeprowadzono porównanie trzech metod sporządzania krzywej retencji wodnej dla 4 wybranych superabsorbentów w zakresie potencjałów od 0.0 do $785 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3}$. Doświadczenia prowadzone były w warunkach laboratoryjnych z zastosowaniem bloku piaskowego, piaskowo-kaolinitowego oraz za pomocą aparatów Richardsa. W oparciu o przeprowadzone badania oraz analizę otrzymanych

wyników stwierdzono, że standardowe metody pomiaru krzywej retencji wodnej z wykorzystaniem pierścieni stalowych o wysokości 5 cm nie mogą być w przypadku superabsorbentów wykorzystywane, ze względu na słaby kontakt hydrauliczny pomiędzy agregatami SAP. Skutkiem tego były niewielkie spadki zawartości wody w SAP obserwowane przy zwiększaniu potencjału macierzystego. W rezultacie pomiar prowadzony dla SAP umieszczonych w pierścieniach stalowych ($h = 5$ cm) czy też pierścieniach PCV ($h = 2,5$ cm) daje zawyżone wartości połowej pojemności wodnej. W rezultacie zawyżana jest także zmierzona ilość wody dostępnej dla roślin. Duże nachylenie krzywej retencji wodnej w zakresie małych sił ssących oraz duża różnica pomiędzy krzywymi nawilżania i osuszania powodują, znaczące błędy przy próbie pomiaru maksymalnej pojemności wodnej dla próbek superabsorbentów umieszczonych w pierścieniach o wysokości 2,5 i 5 cm. W rezultacie zaniżana jest też zawartość wody grawitacyjnej. Źródłem błędów pomiarowych w zakresie małych potencjałów może być także duża wrażliwość retencji wodnej superabsorbentu na nacisk. Jak wykazano nawet nacisk warstwy SAP o miąższości do 5 cm może ograniczyć retencję wodną. Zalecaną metodą pomiaru retencji wodnej wybranego superabsorbentu powinno być umieszczanie monoagregatowej warstwy na bibule filtracyjnej położonej na powierzchni bloku piaskowego lub piaskowo kaolinowego i pomiar wilgotności wagowej po ustaleniu stanu równowagi potencjałów. Metoda ta daje wyniki powtarzalne i w zakresie wyższych potencjałów, zgodne z uzyskiwanymi za pomocą aparatów Richardsa [50].

W ostatnich latach duże zainteresowanie badaczy wzbudza biowęgiel. Aplikacja biowęgla jest opisywana jako metoda sekwestracji węgla w obiegu przyrodniczym, służąca jednocześnie poprawie właściwości fizycznych i chemicznych gleby, mająca wciąż nierozpoznany wpływ na wielkość i jakość plonów. O wielkości plonów roślin mogą decydować zarówno właściwości biowęgla, jak i warunki glebowe. Liczne prace naukowe potwierdzają wysoką efektywność aplikacji biowęgla dla upraw roślin w klimacie tropikalnym i suchym. Ograniczona wiedza o tym, jak biowęgiel oddziałuje na gleby uprawne w strefie klimatu umiarkowanego, stała się bodźcem do podjęcia badań w tym zakresie [51]. Przeprowadzono trzyletnie doświadczenie polowe na glebie płowej gliniastej (Haplic Luvisol) na przedmieściach Opolą, gdzie pod uprawę kukurydzy zastosowano niskotemperaturowy biowęgiel z drewna sosnowego w dawce 50 t/ha. Uzyskane rezultaty pozwoliły na stwierdzenie, że zastosowanie biowęgla nie wpłynęło istotnie na właściwości chemiczne gleby i jej żyzność. Jednak biowęgiel poprawił parametry fizyczne gleby i retencję wody, zmniejszając stres wodny roślin podczas gorących i suchych okresów, tym samym skutkując lepszym wzrostem kukurydzy i wyższymi plonami. Ograniczony wpływ biowęgla niskotemperaturowego na właściwości gleb wskazuje na kluczowe znaczenie technologii produkcji i właściwości biowęgla dla skuteczności i zasadności jego zastosowania w rolnictwie. W innej pracy, w ramach eksperymentów laboratoryjnych, podjęto próbę oceny porównawczej działania dwóch rodzajów sorbentów organicznych – kwasu humusowego (HA) i biowęgla (BC) – w procesach sorpcyjno-desorpcyjnych 5 różnych polarnych pestycydów, których pozostałości powszechnie występują w glebach uprawnych i są potencjalnie szkodliwe dla środowiska [52]. Wykorzystany w badaniach HA został wyekstrahowany z wierzchniej warstwy gleby gliniastej użytkowanej rolniczo (Gleyic Phaeozem). Zastosowany BC został wyprodukowany ze słomy pszenicznej poddanej pirolizie. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że badany kwas humusowy wykazuje

duże powinowactwo do polarnych, jonowych pestycydów o wysokiej rozpuszczalności w wodzie, które są sorbowane przez specyficzne interakcje z grupami funkcyjnymi HA. Badany biowęgiel, ze względu na jego umiarkowany hydrofobowy charakter przyciąga niejonowe pestycydy o stosunkowo wysokich wartościach logP (współczynnik podziału n-oktanol/woda) i niskiej rozpuszczalności w wodzie. Oprócz właściwości strukturalnych sorbentu, pH jest głównym czynnikiem decydującym o równowadze sorpcyjnej badanych mieszanin.

23. Kaszubkiewicz J., Dębowski M., Dębowski M., Jezierski P., **Kawałko D.**, Tasz W. (2011): *Stan gleb użytkowanych rolniczo na obszarze Sudetów i Przedgórze Sudeckiego*. Wyd. UP we Wrocławiu. ss. 126.
24. Antosz A, Banach E., Błachuta M., Dancewicz A., Danielska I., Dziewanowski M., Hanula P., Jezierski P., Karska L., Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.**, Kubacka L., Kwiatkowska-Szygulska B., Liana E., Meinhardt B., Mikołajczyk A., Niedźwiecka W., Ostrycharz D., Polańska L., Sikorski M., Siwka A., Strzelecka-Jastrząb E., Sznajder E., Tomaszewska K., Zarodkiewicz T., Zawerbny T., Żyniewicz Ś. (2012): *Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2011 roku*. WIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Wrocław 2012, ISSN 1642-1787, ss. 100.
25. Antosz A, Banach E., Błachuta M., Brożek A., Dancewicz A., Danielska I., Dziewanowski M., Hanula P., Jezierski P., Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.**, Kubacka L., Kwiatkowska-Szygulska B., Liana E., Liberacka H., Łysiak M., Meinhardt B., Mikołajczyk A., Niedźwiecka W., Ostrycharz D., Pobudejski M., Sikorski M., Siwiak M., Siwka A., Tomaszewska K., Zarodkiewicz T., Zawerbny T., (2014): *Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2013 roku*. WIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Wrocław 2014, ISSN 1897-8371, ss. 110.
26. Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.** (2009): *Zawartość metali ciężkich w glebach i roślinach na terenie powiatu jeleniogórskiego*. *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych*, IOŚ Warszawa, z. 40, 177-189.
27. Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.**, Jezierski P. (2010): *Wybrane aspekty stanu zanieczyszczenia gleb na terenie powiatu jeleniogórskiego*. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu, Rolnictwo XCVI*, 576: 119-132.
28. Kaszubkiewicz J., Jezierski P., **Kawałko D.** (2011): *Zawartość wybranych metali ciężkich w glebach na terenie powiatu ząbkowickiego*. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu, Rolnictwo XCVIII*, nr 581: 65-78.
29. **Kawałko D.**, Kaszubkiewicz J., Jezierski P. (2013): *Wpływ dawnego górnictwa rud metali na zawartość miedzi i cynku w glebach użytkowanych rolniczo*. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu, Rolnictwo*, nr 107: 55-68.
30. Kaszubkiewicz J., Pora E., **Kawałko D.**, Jezierski P. (2014): *Arsenic content in arable land of ząbkowicki district*. *Civil and Environmental Engineering Reports 12 (1)*: 69-81.
31. Jezierski P., **Kawałko D.**, Kaszubkiewicz J., Ochman D. (2011): *Porównanie zawartości rtęci w glebach użytków rolnych powiatu jeleniogórskiego i ząbkowickiego*. *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych*, IOŚ Warszawa, z. 48, 276-286.
32. Kaszubkiewicz J., Pora E., **Kawałko D.**, Jezierski P., Galka B. (2014): *Comparison of total content of zinc and arsenic in soils of Średzka Upland and Wrocław Ice-marginal Valley*. *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych*, IOŚ Warszawa, vol. 25 No 3(61).
33. Pora E., Kaszubkiewicz J., Jezierski P., **Kawałko D.** (2015): *Porównanie zawartości kadmu i niklu w glebach Wysoczyzny Średzkiej i Pradoliny Wrocławskiej*. // W: *Zdrowie, praca, środowisko - współczesne dylematy*; [Red:] Chmielewski Jarosław, Szpringer Monika - Warszawa: Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy, 2015, 181-191.
34. **Kawałko D.**, Krysiak T. (2004): *Ocena zawartości manganu i żelaza w glebach na terenie Rolniczych Zakładów Doświadczalnych „Swojec” we Wrocławiu*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 502, cz. I: 125-129.
35. **Kawałko D.**, Chodak T. (1996): *Zawartość niektórych metali ciężkich w glebach i roślinach ogródków działkowych z terenu południowo – zachodniego Wrocławia*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 434: 949-954.
36. **Kawałko D.**, Bylicka A. (2004): *Zawartość mikroelementów w glebach ogródków działkowych na terenie Oleśnicy*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 502, cz. II: 847-852.
37. Augustyn A., **Kawałko D.**, Galka B. (2003): *Zawartość metali ciężkich w glebach ogródków działkowych na terenie Bielawy*. V Międzynarodowa Konferencja „Obieg pierwiastków w przyrodzie, bioakumulacja – toksyczność – przeciwdziałanie – integracja europejska. Inst. Och. Środ. Monografia tom II, 182-185.
38. Kaszubkiewicz J., Pora E., **Kawałko D.** (2014): *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb miedzią i ołowiem na wybranych obiektach poprzez indeks geoakumulacji liczony w oparciu o różne poziomy tła geochemicznego*. *Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie i PTG Oddział w Rzeszowie*, Nr 18 (2014), 63-64.
39. Kaszubkiewicz J., Pora E., **Kawałko D.** (2014): *The evaluation of the degree of soil contamination with copper and lead in selected facilities through the application of the geo-accumulation index calculated based on different levels of the geo-chemical background*. W: *Jawecki B., Ochman D., Podoliński T. [red.] Environment protection in Industrial areas*. Wyd. PWSZ, Legnica. 75-84.

40. Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.**, Mizera A. (2006): Modyfikacja właściwości odpadów poflotacyjnych rud miedzi, pod kątem ich rekultywacji, poprzez dodatek różnych komponentów mineralnych. *Zesz. Nauk. Politechniki Śląskiej w Gliwicach, Górnictwo z. 272*: 73-86.
41. Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.**, Perlak Z. (2010): Concentration of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Horizon of Soils in Immediate Neighbourhood of Illegal Waste Dumps in the District of Jelenia Góra. *Polish J. of Environ. Stud. Vol. 19, No. 1*, 73-82.
42. Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.** (2006): Zawartość benzo(a)pirenu w glebach poddanych antropopresji na obszarze powiatów wrocławskiego, olawskiego i oleśnickiego. *Zesz. Nauk UP we Wrocławiu, Rolnictwo LXXXIX, nr 546*, 95-108.
43. **Kawałko D.** (2005): Zawartość Cd i Pb oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w glebach w pobliżu drogi szybkiego ruchu Wrocław – Oleśnica. *Journal of Elementology, Tom 10, nr 3*: 757-762.
44. Kaszubkiewicz J., Angelów Z., **Kawałko D.**, Jezierski P. (2010): Conditions of desalinization process of soils flooded with copper mining wastewater. *Polish J. of Environ. Stud. Vol. 19, No. 4*, 739-747.
45. Ochman D., **Kawałko D.**, Kaszubkiewicz J., Jezierski P. (2011): Zawartość rozpuszczalnych kationów i anionów w wyciągach wodnych z gleb zasalanych wodami poflotacyjnymi infiltrującym ze składowiska „Żelazny Most”. *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych, IOŚ Warszawa, z. 48*, 266-275.
46. Kaszubkiewicz J., Tasz W., **Kawałko D.**, Serafin R. (2010): Zastosowanie losowego przyporządkowania upraw do poszczególnych stoków celem uproszczenia zastosowania modelu USLE dla całego obszaru małej zlewni rolnej. *Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie i PTG Oddział w Rzeszowie, Nr 13*, 79-80
47. Kaszubkiewicz J., Tasz W., **Kawałko D.**, Serafin R. (2011): Propozycja uproszczenia modelu USLE dla obszaru małej zlewni rolnej. *Rocz. Glebozn., Tom LXII, nr 1*: 75-81.
48. Pora E., Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.**, Cuske M. (2013): Effect of soil solution salinity and soil pressure on retention properties of selected superabsorbent. *Zesz. Nauk. Uniwersytetu Zielonogórskiego, seria: Inżynieria Środowiska nr 152 (32)*, 88-93.
49. Pora E., Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.** (2014): Wpływ kationów jedno- i dwuwartościowych oraz zasolenia roztworu na właściwości sorpcyjne wybranego superabsorbentu. *Zesz. Nauk. Uniwersytetu Zielonogórskiego, seria: Inżynieria Środowiska nr 156 (36)*, 66-73.
50. Pora E., Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.** (2015): Selected methodological aspects of determination of the water desorption curves of superabsorbents. *Environment Protection Engineering Vol. 41, No 4*; <https://doi.org/10.5277/epe150403>
51. Medyńska-Juraszek A., Latawiec A., Królczyk J., Bogacz A., **Kawałko D.**, Bednik M., Dudek M. (2021): Biochar improves maize growth but has a limited effect on soil properties: evidence from a three-year field experiment. *Sustainability 2021, 13(7)*, 3617; <https://doi.org/10.3390/su13073617>
52. Ćwieląg-Piasecka I., Medyńska-Juraszek A., Jerzykiewicz M., Dębicka M., Bekier J., Jamroz E., **Kawałko D.** (2018): Humic acid and biochar as specific sorbents of pesticides. *Journal of Soils and Sediments. August 2018, Volume 18, Issue 8*, pp 2692–2702; <https://doi.org/10.1007/s11368-018-1976-5>

3. Doskonalenie metod analiz laboratoryjnych gleb - zastosowanie pływaka zawieszono do oznaczania uziarnienia gleb.

Odrębny dział w mojej dotychczasowej działalności naukowej stanowiły badania dotyczące doskonalenia metod analiz laboratoryjnych uziarnienia gleb. Skład granulometryczny w porównaniu do innych właściwości gleby jest cechą bardzo mało zmienną, jednak mającą istotny wpływ na inne parametry gleby. Uziarnienie gleby kształtuje stosunki powietrzno-wodne, zasobność w składniki pokarmowe, wielkość kompleksu sorpcyjnego, podatność na erozję. Od składu granulometrycznego zależy, w znacznej mierze, wartość użytkowa gleby, sposób jej uprawy, dobór uprawianych roślin i zabiegów agrotechnicznych.

W 2017 roku zespół profesora Kaszubkiewicza, którego byłam członkiem, opracował nową metodę oznaczania składu granulometrycznego gleb [53]. Metoda oparta została o pomiary zmian ciężaru pozornego pływaka zawieszono w sedymentującej zawiesinie glebowej. Ciężar pływaka zawieszono na cienkiej linie, na ustalonej głębokości w

zawiesinie, mierzono za pomocą czułego dynamometru piezoelektrycznego, stąd metodę nazwano metodą dynamometryczną. Oznaczanie uziarnienia według innowacyjnej metody dynamometrycznej wymagało wykorzystania specjalnego urządzenia, które zaprojektowano i opisano w pracy [53]. Urządzenie zostało opatentowane w Urzędzie Patentowym RP (PL234924B1, 2020). W eksperymencie równanie Stokesa posłużyło do obliczania zawartości frakcji glebowych o średnicach zastępczych w zakresie od 0,001 do 0,1 mm. Cyfrowa transmisja wyników z dynamometru, czujnika temperatury oraz pomiarów odległości określających głębokość zanurzenia pływaka do komputera umożliwiła automatyczne wykonywanie obliczeń składu granulometrycznego. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów składu granulometrycznego sztucznie wytworzonych mieszanin „pyłu” i „iłu”. Wyniki porównano z rezultatami uzyskanymi innymi metodami. Jak wykazały wielokrotne serie pomiarów próbnych, wyniki uzyskane proponowaną metodą są powtarzalne i wykazują ścisłą zgodność z wynikami uzyskanymi metodą pipetową, uznawaną za metodę referencyjną. W porównaniu z metodami dyfrakcji laserowej innowacyjne rozwiązanie jest tańsze, a uzyskane wyniki wykazały wysoką zgodność z otrzymanymi przy zastosowaniu innych metod sedymentacyjnych. Poprzez pomiar gęstości zawiesiny na wybranej przez badacza głębokości, metoda umożliwia skrócenie głębokości sedymentacji, a tym samym znacznie skraca czas analizy – do 3 godzin. Zastosowanie dynamometru z zapisem cyfrowym pozwala na przetworzenie zmierzonych wartości gęstości w formacie cyfrowym i automatyczne obliczenie składu granulometrycznego, a tym samym wyeliminowanie ewentualnych błędów obserwacji. Przebieg procesu pomiarowego kontrolowany jest przez oprogramowanie komputerowe. Zastosowane zjawisko fizyczne jest tożsame z tym, które określa charakter i właściwości naturalnie występujących osadów.

Metoda dynamometryczna została szczegółowo przetestowana. W kolejnej pracy porównano wyniki składu granulometrycznego zmierzonego za pomocą innowacyjnej metody dynamometrycznej, z wynikami uzyskanymi w metodzie areometrycznej i metodzie pipetowej [54]. Określono również powtarzalność wyników uzyskiwanych w metodzie dynamometrycznej. Mierzono zawartość trzech frakcji o wymiarach $<0,002$ mm; $0,002 - 0,063$ mm i $0,063 - 2,0$ mm. Wyniki porównywano z zastosowaniem regresji liniowej, a przy analizie powtarzalności dodatkowo za pomocą analizy RMA (reduced major axis). Stwierdzono, że proponowana metoda dynamometryczna charakteryzuje się dobrą powtarzalnością wyników i brakiem błędów systematycznych przy porównaniu z metodą areometryczną. Przedyskutowano możliwe źródła błędów w metodzie dynamometrycznej i określono ewentualne sposoby ich redukcji.

Dalsze badania mające na celu uzupełnienie i rozwinięcie wiedzy dotyczącej metody dynamometrycznej zostały wykonane w ramach rozprawy doktorskiej, przy realizacji której pełniłam funkcję promotora pomocniczego (7.1). Najważniejsze kwestie obejmowały określenie możliwości zautomatyzowania procesu oznaczania składu granulometrycznego [68] oraz zniwelowanie wpływu stosowania większych, niż w innych sedymentacyjnych metodach, naważek gleby na wyniki [55]. Do eksperymentu wytypowano gleby użytkowane rolniczo z rejonu Dolnego Śląska o zróżnicowanym składzie granulometrycznym. Próbkę pobierano z poziomów glebowych znajdujących się poniżej 50 cm, aby uzyskać materiał pozbawiony materii organicznej, która mogłaby wpływać na wyniki analiz. Łącznie we wszystkich badaniach użyto 65 różnych próbek glebowych oraz 54 mieszaniny wybranych

gleb. W toku badań zostały opracowane dokładne parametry pomiarów oraz indywidualna metodyka przygotowania próbek glebowych, która wzorowana była na innych metodach sedymentacyjnych. Brak potrzeby wprowadzania dużych zmian w przygotowaniu próbek, względem procedur pochodzących z innych metod sedymentacyjnych, pozwolił na wyeliminowanie potencjalnego wpływu tego etapu na analizę porównawczą otrzymanych wyników. Dobór optymalnych parametrów pomiarów umożliwił zminimalizowanie występujących błędów. W metodzie dynamometrycznej określono optymalną głębokość zanurzenia pływaka, zoptymalizowano jego kształt, długość i rodzaj materiału żyłki, na której zawieszony jest pływak oraz ilość dyspergentu dodawanego na etapie przygotowania próbek. Wielostanowiskowe urządzenie wymagało dobrania odpowiednich rozmiarów cylindrów na zawiesinę glebową i przetestowania ich przydatności ich do pomiarów [56]. Opracowano również procedurę obliczeniową korygującą błędy wynikające ze wzajemnego oddziaływania sedymentujących ziaren w zawieszinach o podwyższonej gęstości [55]. Zastosowanie podzespołu do automatycznego przemieszczania głowicy pomiarowej w metodzie dynamometrycznej umożliwiło analizy wielu próbek jednocześnie bez udziału osób, ujednoczenie procesu mieszania próbek przed pomiarem oraz skrócenie czasu analizy w stosunku do innych metod sedymentacyjnych. Wprowadzone rozwiązanie zachowało możliwość analizy wielu frakcji o dowolnie wybranych zakresach średnic oraz zapis wyników w postaci cyfrowej. Utrzymano dobrą zgodność rezultatów pomiarów z wynikami metody pipetowej, Zaproponowana metoda dynamometryczna charakteryzuje się wysoką powtarzalnością otrzymywanych wyników dla próbek o zróżnicowanym składzie granulometrycznym. Automatyzacja metody nie wpłynęła negatywnie na otrzymywane wyniki. Metoda została zweryfikowana poprzez oznaczenie składu granulometrycznego mieszanin dwóch gleb (o znanych proporcjach) i znanym składzie granulometrycznym składników mieszanin. Różnice między zmierzonymi i obliczonymi skumulowanymi rozkładami granulometrycznymi nie przekraczały dla poszczególnych mieszanin ok. 2,5% (dla mediany) i 14% (dla błędu maksymalnego). Różnica w porównaniu z metodą pipetową jest największa przy pomiarze frakcji $d < 0,1$ mm, kiedy czas od zakończenia mieszania do pomiaru gęstości jest najkrótszy, a wpływ różnych odchyłeń losowych największy. Zaobserwowany rozkład wyników wskazuje na brak istotnych błędów systematycznych w metodzie dynamometrycznej oraz na występowanie pewnych błędów przypadkowych, które wymagają usunięcia lub ograniczenia w trakcie dalszego rozwoju metody [56]. Stosowanie zawiesin o małych stężeniach objętościowych w pomiarach rozkładu wielkości cząstek gleby powoduje powstawanie znacznych błędów przypadkowych. Wyniki charakteryzują się znacznym stopniem rozrzutu, a uzyskanie zadowalających rezultatów wymaga przestrzegania ściśle określonych reżimów pomiarowych. Z drugiej strony, wzrost stężenia zawiesiny sprawia, że wzajemne oddziaływania cząstek zaczynają mieć istotny wpływ na ich prędkość opadania, a zastosowanie równania Stokesa do opisu tej prędkości wiąże się ze znacznym błędem systematycznym. Zaproponowana iteracyjna metoda obliczeniowa, wykorzystująca korektę prędkości opadania cząstek w oparciu o równanie Batchelora, pozwala na stosowanie w pomiarach rozkładu wielkości cząstek zawiesin o stężeniu objętościowym do 0,0453 (v/v). Przy zwiększonym stężeniu zawiesiny błędy przypadkowe ulegały zmniejszeniu. Ograniczenia prezentowanej metody wynikają jedynie z zakresu stosowalności równania użytego w obliczeniowej procedurze iteracyjnej [55].

Rozwijana metoda dynamometryczna wymagała także sprawdzenia wpływu usuwania materii organicznej na otrzymywane wyniki składu granulometrycznego oraz uzyskania odpowiedzi na pytanie, czy metoda ta odbiega pod tym względem od innych metod sedymentacyjnych [57]. Do badań pobrano 50 próbek glebowych z poziomów powierzchniowych gleb użytkowanych rolniczo. Skład granulometryczny oznaczono za pomocą metody dynamometrycznej bez usuwania materii organicznej oraz po jej usunięciu. Materia organiczna została usunięta zgodnie z procedurą przedstawianą w literaturze, za pomocą nadtlenku wodoru. Przeprowadzone badania wskazały, że zmiany składu granulometrycznego gleb w wyniku usuwania materii organicznej mają nieregularny charakter zarówno co do wielkości, jak i kierunku. Wykazano, że w glebach lekkich (zawierających początkowo <10% frakcji iltu) proces usuwania materii organicznej powoduje wzrost, zmierzonej metodą dynamometryczną, zawartości frakcji iltu kosztem spadku zawartości frakcji pyłowej, natomiast w glebach o wyższej początkowej zawartości frakcji iltu (>10%) proces usuwania materii organicznej przyczynia się do spadku zmierzonej zawartości frakcji iltu i piasku, przy jednoczesnym wzroście zawartości frakcji pyłu. Istnieje ujemna, istotnie statystycznie korelacja pomiędzy początkową zawartością materii organicznej w glebie a zmianą zawartości frakcji piasku i dodatnia korelacja pomiędzy początkową zawartością materii organicznej w glebie i zmianą zawartości frakcji pyłu. Nie stwierdzono jednoznacznych przesłanek do usuwania materii organicznej w przypadku, gdy jej zawartość w badanej glebie jest na niskim poziomie [57].

53. Kaszubkiewicz J., Wilczewski W., Novák T. W., Woźniczka P., Faliński K., Belowski J., **Kawałko D.** (2017): *Determination of soil grain size composition by measuring apparent weight of float submerged in suspension. Int. Agrophys.*, 31, 61-72.
54. Papuga K., Kaszubkiewicz J., Wilczewski W., Staś M., Belowski J., **Kawałko D.** (2018): *Soil grain size analysis by the dynamometer method – a comparison to the pipette and hydrometer method. Soil Science Annual*, 69(1) 17–27.
55. Papuga K., Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.** (2021): *Do we have to use suspensions with low concentrations in determination of particle size distribution by sedimentation methods? Powder Technology*, 389, 507–521.
56. Kaszubkiewicz J., Papuga K., **Kawałko D.**, Woźniczka P. (2020): *Particle size analysis by an automated dynamometer method integrated with an x-y sample changer. Measurement*, 157, 1-13.
57. Papuga K., Kaszubkiewicz J., **Kawałko D.**, Kreimeyer M. (2022): *Effect of Organic Matter Removal by Hydrogen Peroxide on the Determination of Soil Particle Size Distribution Using the Dynamometer Method. Agriculture* 12(2), 226.

5.2. Udokumentowana współpraca z innymi uczelniami

W mojej aktywności naukowej istotne znaczenie ma także współpraca z innymi ośrodkami naukowymi oraz działalność naukowa realizowana w tych ośrodkach. W 2020 roku podjęłam taką współpracę z Zakładem Teledetekcji Środowiskowej i Gleboznawstwa w Instytucie Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu (Załącznik 3B.1), gdzie uczestniczyłam w badaniach poświęconych mobilności wybranych metali ciężkich w glebach użytkowanych rolniczo położonych w dolinie środkowej Odry. W latach 2020-2022, podczas kilkunastu krótkoterminowych pobytów w IGFiKŚP w Poznaniu, zapoznałam się z podstawami teoretycznymi oraz zasadami wykonywania analiz spektralnych (ASD FieldSpec 3) gleb w terenie oraz zobrazowań satelitarnych (m.in. Landsat) do predykcji podstawowych

właściwości gleb, w tym zawartości azotu w glebach rolniczych. Uczestniczyłam również w wykonywaniu analiz śladowych stężeń toksycznych pierwiastków w roztworach uzyskanych w wyniku mineralizacji próbek metodą mikrofalową i ekstrakcjach różnymi odczynnikami, z wykorzystaniem techniki spektrometrii mas ICP-MS (Elan DRC II ICP mass spectrometer), niedostępnej w mojej macierzystej jednostce. Wspólnie z dr hab. K. Lewińską, prof. UAM, wykonywałyśmy serie analiz służących minimalizacji błędów systematycznych. Brałam też udział w roboczych spotkaniach dotyczących interpretacji uzyskanych wyników. Rezultatem wspólnego zaangażowania w te prace jest publikacja:

Kawałko D., Karczewska A., Lewińska K. "Environmental risk associated with accumulation of toxic metalloids in soils of the Odra river floodplain – case study of the assessment based on total concentrations, fractionation and geochemical indices". *Environmental Geochemistry and Health* 2023, s. 1-16 (doi:10.1007/s10653-023-01502-1).

Obecnie współpraca jest kontynuowana, w przygotowaniu są dalsze wspólne publikacje oraz omawiana jest koncepcja wspólnego projektu badawczego dotyczącego wpływu warunków geomorfologicznych na mobilność metali ciężkich w zanieczyszczonych glebach regulowanej doliny rzecznej.

W 2017 roku podjęłam współpracę z Wydziałem Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego (Załącznik 3B.2), gdzie uczestniczyłam w badaniach w zakresie analizy mechanizmów sorpcji-desorpcji pestycydów w glebach uprawnych. W ramach ww. badań zapoznałam się z procedurą analizy elementarnej oraz analiz widm w podczerwieni FTIR z wykorzystaniem spektrometru Bruker Vertex 70 FT-IR. Wymiernym efektem tej współpracy jest publikacja:

Ćwielań-Piasecka I., Medyńska-Juraszek A., Jerzykiewicz M., Dębicka M., Bekier J., Jamroz E., Kawałko D. "Humic acid and biochar as specific sorbents of pesticides", *Journal of Soils and Sediments* 2018, 18:2692–2702; doi:10.1007/s11368-018-1976-5.

W ramach podjętej współpracy zainicjowałam także badania charakterystyki kwasów huminowych ekstrahowanych z gleb typu Fluvisols, tj. składu elementarnego, widm w podczerwieni, NMR (wykonywanych na spektrometrze Bruker Avance III 500 MHz), a także analiz elektronowego rezonansu paramagnetycznego – EPR (wykonywanych przy wykorzystaniu spektrometru Bruker Elexsys E500). Zapoznałam się również z oprogramowaniem OriginPro 2016, służącym do opracowania otrzymanych widm. Rezultatem tych prac jest wspólna publikacja:

Kawałko D., Jamroz E., Jerzykiewicz M., Ćwielań-Piasecka I. "Characteristics of humic acids in drained floodplain soils in temperate climates: a spectroscopic study". *Sustainability*, 2023, 11417, 15(14); doi:10.3390/su151411417.

Współpraca będzie kontynuowana, a kolejne projekty badań znajdują się w fazie omawiania szczegółów.

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

6.1. Osiągnięcia dydaktyczne

W ramach działalności dydaktycznej prowadzę wykłady i ćwiczenia na studiach I i II stopnia na kierunkach Ochrona Środowiska, Agrobiznes oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji.

Zestawienie prowadzonych zajęć w ostatnim dziesięcioleciu (2013-2023)

Wydział Przyrodniczo-Technologiczny

Wykłady:

Kierunek: Ochrona Środowiska

- Ocena oddziaływania na środowisko
- Wybrane aspekty prawne w ochronie środowiska
- Decyzje środowiskowe
- Zarządzanie ryzykiem środowiskowym na terenach przemysłowych

Kierunek: Agrobiznes

- Podstawy gleboznawstwa i waloryzacji gleb

Kierunek: Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

- Ekologia i zarządzanie środowiskowe

Ćwiczenia laboratoryjne/audytoryjne/terenowe:

Kierunek: Ochrona Środowiska

- Ocena oddziaływania na środowisko
- Decyzje środowiskowe
- Gleboznawstwo
- Kompleksowe ćwiczenia terenowe

Kierunek: Agrobiznes

- Podstawy gleboznawstwa i waloryzacji gleb
- Kompleksowe ćwiczenia terenowe

Kierunek: Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

- Ekologia i zarządzanie środowiskowe

Zajęcia ogólnouczelniane prowadzone w języku angielskim (wykłady i ćwiczenia) dla studentów programu Erasmus:

- Environmental impact assessment of investment projects
- Global environmental problems and sustainable development

Uzyskałam najwyższą ocenę w ankiecie studentów oceniających jakość zajęć dydaktycznych w latach 2011/12, 2012/13, 2017/18 oraz 2018/19.

Otrzymałam certyfikat uznania dla nauczyciela akademickiego najlepiej wspomnianego przez studentów kierunku Ochrona Środowiska, UPWr Absolutorium, 3 grudnia 2022

Opracowanie materiałów i pomocy dydaktycznych

Podczas swojej pracy dydaktycznej samodzielnie opracowałam wykłady i ćwiczenia z przedmiotu Ocena oddziaływania na środowisko. Ponadto w kilkusobowych zespołach przygotowałam wykłady i ćwiczenia z przedmiotów: Decyzje środowiskowe, Wybrane aspekty prawne w ochronie środowiska, Zarządzanie ryzykiem środowiskowym na terenach przemysłowych, Ekologia i zarządzanie środowiskowe oraz Podstawy gleboznawstwa i waloryzacji gleb. Są to przedmioty obowiązkowe realizowane w ramach Programów studiów inżynierskich i magisterskich na kierunkach Ochrona Środowiska, Agrobiznes oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji. Opracowanie ćwiczeń polegało na sprecyzowaniu wytycznych do projektów dotyczących wybranych decyzji środowiskowych oraz materiałów związanych z waloryzacją rolniczej przestrzeni produkcyjnej.

Samodzielnie opracowałam przedmiot w języku angielskim: Environmental impact assessment of investment projects dla studentów zagranicznych programu Erasmus.

Opieka naukowa nad studentami

Promotorstwo i recenzje prac magisterskich

W latach 2001-2023 byłam promotorem 45 prac magisterskich oraz recenzentem 30 prac realizowanych przez studentów Wydziału Przyrodniczo-Technologicznego (dawniej Wydziału Rolniczego), kierunku Ochrona Środowiska, specjalności „Ochrona gleb i rekultywacja terenów zdegradowanych” oraz „Zarządzanie ryzykiem środowiskowym”.

Tematyka zrealizowanych pod moją opieką prac magisterskich na kierunku Ochrona Środowiska, specjalność „Ochrona gleb i rekultywacja terenów zdegradowanych”, dotyczyła między innymi:

- analizy zmian właściwości gleb leśnych i użytkowanych rolniczo na skutek regulacji rzeki Odry
- tempa rozkładu materii organicznej w łąkach i grądach doliny Jezierzycy
- oceny produktywności gleb dolin rzecznych
- wpływu głębokości zwierciadła wód gruntowych na właściwości morfologiczne gleb
- charakterystyki gleb wybranych obszarów prawnie chronionych na Dolnym Śląsku.

Tematyka realizowanych pod moją opieką prac magisterskich na kierunku Ochrona Środowiska, specjalność „Zarządzanie ryzykiem środowiskowym”, dotyczyła:

- oceny oddziaływania inwestycji przemysłowych na stan środowiska glebowego terenów przyległych

- analizy wpływu na środowisko obiektów prowadzących działalność w zakresie gospodarowania odpadami
- inwentaryzacji ryzyka środowiskowego na podstawie wyników badań nad zanieczyszczeniem gleb obszarów chronionych.

Promotorstwo i recenzje prac inżynierskich

W okresie od 2011 do 2023 roku byłam promotorem 14 i recenzentem 12 prac inżynierskich studentów Wydziału Przyrodniczo-Technologicznego, kierunku Ochrona Środowiska.

Tematyka realizowanych pod moim kierunkiem prac inżynierskich dotyczyła:

- analizy przewidywanych zmian składu gatunkowego oraz projektu przebudowy drzewostanów związanych z obniżeniem zwierciadła wody gruntowej
- koncepcji ochrony zasobów przyrodniczych
- projektów wykorzystania metody Siedliskowego Indeksu Glebowego do diagnozy siedlisk leśnych.

Opieka merytoryczna nad studentami zagranicznymi:

- Gábor Nagy. Kraj pochodzenia: Węgry, Uniwersytet w Peczu
Kierunek studiów: Geografia i Nauki o Ziemi. Liczba miesięcy sprawowanej opieki: 1
Student odbył krótkoterminowy staż w ramach studiów doktoranckich. Pod moją opieką uczestniczył w licznych wyjazdach terenowych, podczas których przeprowadził badania porównawcze dotyczące dynamiki wilgotności wielowarstwowych gleb dolin rzecznych. Wyniki Student wykorzystał w realizacji pracy doktorskiej pt. „Modelling and upscaling of the textural heterogeneity of Fluvisols: A case study for the Hungarian Drava floodplain”.

Inne formy opieki nad studentami:

W latach 2011-2015 byłam koordynatorem merytorycznym dla kierunku Ochrona Środowiska w ramach międzynarodowego projektu pt.: „Kierunki zamawiane Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – biotechnologia i ochrona środowiska”.

Od roku 1999/2000 do chwili obecnej pełnię funkcję opiekuna roku na studiach stacjonarnych I stopnia na kierunku Ochrona Środowiska.

6.2. Osiągnięcia organizacyjne i popularyzujące naukę lub sztukę

- Udział w programie Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu dotyczącym zwiększenia liczby absolwentów kierunków przyrodniczo-technicznych o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy. Program operacyjny Kapitał Ludzki. Priorytet IV „Szkolnictwo wyższe i nauka”, poddziałanie 4.1.2. współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego (2007 – 2013).

- Udział w pracach Komisji rekrutacyjnej na kierunku Ochrona Środowiska studia I i II stopnia w latach 1999-2018 (w latach 2017-2018 przewodniczący Komisji Rekrutacyjnej na kierunku Ochrona Środowiska).
- Udział w komisjach obrony prac magisterskich i inżynierskich na kierunku Ochrona Środowiska od 2009 roku do chwili obecnej.
- Pełnienie funkcji koordynatora kierunkowego ds. ECTS dla kierunków: Ochrona Środowiska (2013-2016) i Agrobiznes (2014-2015), Wydział: Wydział Przyrodniczo-Technologiczny.
- Członek Komisji Zapewnienia Jakości Kształcenia I poziom na kierunku Ochrona Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 2016-2020.
- Członek zespołu przygotowującego raport samooceny dla oceny przez PKA kierunku Ochrona Środowiska na Wydziale Przyrodniczo-Technologicznym, 2019 rok.
- Członek Wydziałowej Rady Programowej na kierunku Ochrona środowiska (2009-2010).
- Członek Wydziałowej Rady Programowej na kierunku Bezpieczeństwo Żywności (2011-2012).
- Organizator i współprowadzący warsztaty pt. „Wademekum OOS – praktyczne porady z opracowania raportu i przebiegu procedury”, VI 2006.
- Udział w organizacji wykładu pt. „Przyrodnicze walory Tadżykistanu światowej ostoi bioróżnorodności” w ramach Spotkań z przedstawicielami świata nauki i biznesu, IV 2012.
- Udział w organizacji wykładu pt. „Wykorzystanie komórek roślinnych w biotechnologii i ochronie środowiska” w ramach Spotkań z przedstawicielami świata nauki i biznesu, IV 2012.
- Udział w organizacji kursu przedsiębiorczości i kreowania kariery zawodowej w ramach międzynarodowego projektu pt. „Kierunki zamawiane Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – biotechnologia i ochrona środowiska, XII 2012.
- Udział w organizacji szkolenia pt. „Studenci wobec niepełnosprawności” w ramach międzynarodowego projektu pt. „Kierunki zamawiane Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – biotechnologia i ochrona środowiska, I 2013.
- Udział w organizacji wykładu pt. „GMO i EMO, obecna i nowa technologia tworzenia ulepszonych roślin w ramach” w ramach Spotkań z przedstawicielami świata nauki i biznesu, XI 2013.
- Udział w organizacji wykładu „Toksyny i jady zwierzęce” w ramach Spotkań z przedstawicielami świata nauki i biznesu, XII 2013.
- Udział w organizacji wykładu „Od pomysłu do przemysłu” w ramach „Spotkań z przedstawicielami świata nauki i biznesu, VI 2014.
- Udział w organizacji wykładu pt. „Jak zarabiać na wiedzy” w ramach Spotkań z przedstawicielami świata nauki i biznesu, VI 2014.

- Organizator i współprowadzący warsztaty pt. „Wydawanie wybranych decyzji administracyjnych z zakresu gospodarki odpadami w świetle obowiązujących przepisów prawa – warsztaty praktyczne” w ramach projektu wsparcia Wiodących Zespołów Dydaktycznych W UPWr, V 2022.
- Organizator wycieczek i osoba prezentująca Wydział Przyrodniczo-Technologiczny dla młodzieży z Zespołu Szkół Rolniczych w Lututowie.
- Prowadzenie zajęć dla uczniów szkoły podstawowej „Jak powstają gleby”.

7. Inne informacje, nie wymienione w pkt. 1-6, ważne z punktu widzenia przebiegu kariery zawodowej

Opieka naukowa nad doktorantami

W latach 2017-2022 pełniłam funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim Krzysztofa Papugi: pt.: „Wybrane aspekty analizy składu granulometrycznego gleb metodą pomiaru ciężaru pozornego pływaka zanurzonego w zawiesinie”. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny, promotor: prof. dr hab. Jarosław Kaszubkiewicz. Data uzyskania stopnia doktora: 18.10.2022.

Wrocław, 28.07.2023


.....