

dr Grzegorz Kusza  
Instytut Ochrony i Kształtowania Środowiska  
Wydział Przyrodniczo-Techniczny  
Uniwersytet Opolski

## **AUTOREFERAT**

PRZEDSTAWIAJĄCY OPIS OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO  
W POSTACI CYKLU 11 PUBLIKACJI POWIĄZANYCH TEMATYCZNIE

POD TYTUŁEM:

**OCENA ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA GLEBOWEGO  
I OSADÓW DENNYCH Z WYKORZYSTANIEM METOD  
EKOTOKSYKOLOGICZNYCH, CHEMICZNYCH  
I MAGNETYCZNYCH  
ORAZ DOROBKU NAUKOWEGO**

**Spis treści**

1. Dane personalne .....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne - z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych	4
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.).....	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego,.....	4
4.2. Szczegółowa lista publikacji do przewodu habilitacyjnego.....	4
4.3. Omówienie celu naukowego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	8
4.3.1. Wprowadzenie .....	8
4.3.2. Wyniki badań stanowiących osiągnięcie naukowe.....	9
4.3.3. Podsumowanie.....	19
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych.....	21
6. Podsumowanie dorobku naukowego .....	32

## 1. Dane personalne

Imię Nazwisko: Grzegorz Kusza

Tel. 602152866, e-mail: Grzegorz.Kusza@uni.opole.pl

narodowość: polska

Adres domowy: ul. T. Kościuszki 33/10, 45-063 Opole,

Adres służbowy: ul. Oleska 22, 45-052 Opole,

Data urodzenia: 08 listopad 1970r., Miejsce: Opole

Stanowisko: adiunkt w Zakładzie Nauk o Glebie i Geologii Środowiska

Instytut Ochrony i Kształtowania Środowiska

Uniwersytet Opolski w Opolu

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

Nazwa : dyplom-technik leśnik

Specjalność            gospodarka leśna

Miejsce                Technikum Leśne w Tułowicach

Data uzyskania        25.05.1990 r.

Nazwa : dyplom magistra ochrony środowiska

Specjalność            ochrona środowiska

Miejsce                Uniwersytet Opolski, Instytut Ochrony i Kształtowania Środowiska

Data uzyskania        26.04.1995 r.

Tytuł pracy            *Wpływ środków chemicznych do odśnieżania na roślinność wysoką miasta Opola*

Promotor                prof. dr hab. inż. Zygmunt Strzyszczyński

Nazwa : stopień doktora nauk technicznych

Dyscyplina            inżynieria środowiska

Specjalność            ochrona i rekultywacja gleb

Miejsce                Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze

Data uzyskania        02.12.2003 r.

Tytuł rozprawy doktorskiej *Wpływ emisji przemysłowych na podatność magnetyczną gleb w wybranych rezerwatach leśnych woj. opolskiego*

Promotor prof. dr hab. inż. Zygmunt Strzyszczyński

Recenzent prof. dr hab. Renata Bednarek

Recenzent prof. dr hab. Jan Siuta

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

#### **Praca zawodowa:**

<i>Instytucja</i>	<i>stanowisko</i>	<i>Lata</i>
Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gleb Uniwersytet Opolski	asystent	1995-2003
Zakład Nauk o Glebie i Geologii Środowiska Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi Uniwersytet Opolski	adiunkt	2004-2018
Zakład Nauk o Glebie i Geologii Środowiska Instytut Ochrony i Kształtowania Środowiska Uniwersytet Opolski	adiunkt	od 2018

#### **4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.)**

##### **4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego:**

**Ocena zanieczyszczenia środowiska glebowego i osadów dennych z wykorzystaniem metod ekotoksykologicznych, chemicznych i magnetycznych**

##### **4.2. Szczegółowa lista publikacji do przewodu habilitacyjnego**

Na osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego składa się cykl 11 publikacji naukowych powiązanych tematycznie, opublikowanych w latach 2004-2019, o łącznym współczynniku oddziaływania IF (w roku opublikowania) – **6,353**, pięcioletni IF – **10,080** i wartości punktacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (w roku opublikowania) – **160**:

I.1. Czerniawska-Kusza I., **Kusza G.**, Dużyński M. 2004. Effect of Deicing Salts on Urban Soils and Health Status of Roadside Trees in the Opole Region, *Environmental Toxicology* 19, 296-301.

**IF (2004): 1,373, pięcioletni IF: 2,496**, wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 32 pkt. Liczba cytowań Web of Science - 42, Scopus - 58.

- Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu dużej części badań (udział w pracach terenowych, wyznaczaniu miejsc i pobraniu próbek glebowych, badaniach laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników) przygotowaniu publikacji do druku zgodnie z wytycznymi czasopisma. Mój udział procentowy szacuję na 65%.*
- I.2. Czerniawska-Kusza I., Ciesielczuk T., **Kusza G.**, Cichoń A. 2006. Comparison of the Phytotoxkit microbiotest and chemical variables for toxicity evaluation of sediments, *Environmental Toxicology* 21(4), 367-372.  
**IF (2006): 1,582, pięcioletni IF: 2,496**, wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 32 pkt. Liczba cytowań Web of Science - 35, Scopus - 35.  
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu dużej części badań (udział w pracach terenowych, wyznaczaniu miejsc i pobraniu próbek osadów dennych, wyborze testów toksykologicznych zastosowanych w badaniach laboratoryjnych), opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników) pomoc przy napisaniu i przeprowadzeniu jej przez cały proces wydawniczy (korespondencja z redakcją, korekta pracy zgodnie z uwagami recenzentów i edytora, odpowiedzi na recenzje). Mój udział procentowy szacuję na 65%.*
- I.3. Czerniawska-Kusza I., **Kusza G.** 2011. The potential of the Phytotoxkit microbiotest for hazard evaluation of sediments in eutrophic freshwater ecosystems, *Environmental Monitoring and Assessment* 179, 113–121, DOI:10.1007/s10661-010-1722-y.  
**IF (2011): 1,400, pięcioletni IF: 2,020**, wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 20 pkt. Liczba cytowań Web of Science - 17, Scopus - 21.  
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu dużej części badań (udział w pracach terenowych, wyznaczaniu miejsc i pobraniu próbek osadów dennych, badaniach laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników) napisaniu i przeprowadzeniu jej przez cały proces wydawniczy (korespondencja z redakcją, korekta pracy zgodnie z uwagami recenzentów i edytora, odpowiedzi na recenzje). Mój udział procentowy szacuję na 70%.*
- I.4. Czerniawska-Kusza I., **Kusza G.**, Borecka K. 2007. The triad approach for assessment of industrial contamination in freshwater sediments, Opole Region, Poland, (In) Proceeding of SECOTOX Conference and the International Conference on Environmental Management Engineering, Planning and Economics (ed. Kungolos A., Aravosss K., Karagaianidis, Samaras P.), 96-100.  
Wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 1 pkt.  
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu dużej części badań (udział w pracach terenowych, wyznaczaniu miejsc i pobraniu próbek osadów dennych, wyborze testów toksykologicznych zastosowanych w badaniach laboratoryjnych), opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników). Mój udział procentowy szacuję na 60%.*
- I.5. Strzyszczyński Z., **Kusza G.** 2008. Wykorzystanie niektórych wskaźników gleb do oceny wpływu emisji ze źródeł przemysłowych. (W) Ochrona powietrza w teorii i praktyce (red. Koniecznyński J.) t. 2, 287-298. Wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 3 pkt.

- Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu dużej części badań (udział w pracach terenowych pomiarach podatności magnetycznej in situ i w laboratorium, opracowanie i interpretacja wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników) napisaniu i przygotowaniu publikacji do druku i przeprowadzeniu jej przez cały proces wydawniczy (korespondencja z redakcją, korekta pracy zgodnie z uwagami recenzentów i edytora, odpowiedzi na recenzje). Mój udział procentowy szacuję na 55%*
- I.6. Gołuchowska B., Strzyszczyński Z., **Kusza G.** 2012. Magnetic susceptibility and heavy metal content in dust from the lime plant and the cement plant in Opole Voivodeship. *Archives of Environmental Protection* 38(2), 71-80, DOI: [https://doi.org/10.2478/\\_v10265-012-0019-3](https://doi.org/10.2478/_v10265-012-0019-3).  
**IF (2012): 0,444, pięcioletni IF: 1,096**, wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 13 pkt. Liczba cytowań Web of Science - 5, Scopus - 5.  
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu dużej części badań (pomiarach podatności magnetycznej próbek stałych w laboratorium, opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników), pomoc przy napisaniu i przygotowanie publikacji do druku zgodnie z wytycznymi czasopisma. Mój udział procentowy szacuję na 45%*
- I.7. **Kusza G.**, Hulisz P., Łęczyński L., Michalski A., Dąbrowski M., Kłostowska Ż. 2018. Application of magnetic susceptibility measurements for identification of technogenic horizons in soil profiles on the example of the Vistula River Cross-Cut Area. (W) *GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences. Magnetometry in Environmental Sciences* (eds. Jeleńska M., Łęczyńska L., Ossowski T.) Springer, 65-78, DOI: 10.1007/978-3-319-60213-4.  
Wartość punktacji według listy czasopism MNiSW (w roku opublikowania): 10 pkt.  
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu dużej części badań (udział w pracach terenowych pomiarach podatności magnetycznej in situ i w laboratorium, opracowanie i interpretacja wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników), napisaniu i przygotowaniu publikacji do druku i przeprowadzeniu jej przez cały proces wydawniczy (korespondencja z redakcją, korekta pracy zgodnie z uwagami recenzentów i edytora, odpowiedzi na recenzje). Mój udział procentowy szacuję na 60%*
- I.8. Łuczak K. **Kusza G.** 2019. Magnetic susceptibility in the soils along communication routes in the Town of Opole. *Journal of Ecological Engineering* 20(2), 234-238. DOI:10.12911/22998993/99782.  
Wartość punktacji według listy czasopism MNiSW (w roku opublikowania): 12 pkt.  
*Mój wkład polegał na kierowaniu projektem badawczym, z którego wyniki badań zostały opublikowane w tej pracy na zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu badań terenowych i laboratoryjnych. Opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników) napisanie i przygotowanie publikacji do druku i przeprowadzenie jej przez cały proces wydawniczy (korespondencja z redakcją, korekta pracy zgodnie z uwagami recenzentów i edytora, odpowiedzi na recenzje). Mój udział procentowy szacuję na 70%*
- I.9. **Kusza G.** 2013. Wybrane właściwości magnetyczne osadów dennych Jeziora Turawskiego *Proceedings of ECOpole* 7(1), 371-376, DOI: 10.2429/proc.2013.7(1)050, Wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 6 pkt.

*Mój wkład polegał na zaplanowaniu i wykonaniu badań. Opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników), napisaniu i przygotowaniu publikacji do druku i przeprowadzeniu jej przez cały proces wydawniczy (korespondencja z redakcją, korekta pracy zgodnie z uwagami recenzentów i edytora, odpowiedzi na recenzje). Mój udział procentowy szacuję na 100%.*

- I.10. **Kusza G.**, Ciesielczuk T. 2008. Selected physical and chemical properties of mineral alluvia formed within the area of Krapkowice county after the great flood in the year 1997. *Rocznik Ochrona Środowiska* 10, 697-705.

Wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 6 pkt. Liczba cytowań Web of Science - 2, Scopus - 2.

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu dużej części badań (udział w pracach terenowych, wyznaczeniu miejsc i pobraniu próbek glebowych, badaniach laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników) napisaniu i przygotowaniu publikacji do druku zgodnie z wytycznymi czasopisma i przeprowadzeniu jej przez cały proces wydawniczy (korespondencja z redakcją, korekta pracy zgodnie z uwagami recenzentów i edytora, odpowiedzi na recenzje). Mój udział procentowy szacuję na 80%.*

- I.11. Ciesielczuk T., **Kusza G.**, Poluszyńska J., Kochanowska K. 2014. Pollution of flooded arable soils with heavy metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) *Water, Air and Soil Pollution* 225 (10), 2145, DOI 10.1007/s11270-014-2145-0. **IF (2014): 1,554, pięcioletni IF: 1,972**, wartość punktacji według listy czasopism MNiSW: 25 pkt. Liczba cytowań Web of Science - 8, Scopus - 11.

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu kampanii pomiarowej, wykonaniu dużej części badań (udział w pracach terenowych, wyznaczeniu miejsc i pobraniu próbek glebowych, badaniach laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników badań (obliczenia i graficzna prezentacja wyników) pomocy w napisaniu i przygotowaniu publikacji do druku zgodnie z wytycznymi czasopisma. Mój udział procentowy szacuję na 40%.*

Powyższe publikacje powstały jako efekt realizacji projektów badawczych prowadzonych w Katedrze Ochrony Powierzchni Ziemi Uniwersytetu Opolskiego (obecnie Instytut Ochrony i Kształtowania Środowiska). Pełniłem w nich funkcję wykonawcy (I.1.-I.6., I.10.) lub kierownika (I.7.-I.9., I.11.) i aktywnie uczestniczyłem w ich realizacji na wszystkich etapach: od koncepcji badań, poprzez pomiary terenowe, pobieranie próbek i prace laboratoryjne, a na opracowywaniu wyników i ich publikowaniu kończąc. W związku z tym, że badania miały charakter interdyscyplinarny, to do ich realizacji zaangażowany był zespół, dlatego też większość publikacji ma charakter wieloautorski, a mój udział w nich został dodatkowo zestawiony w poniższej tabeli.

Pozycja	Liczba punktów według listy czasopism Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (w roku opublikowania)	Impact factor w roku opublikowania	Pięcioletni Impact factor	Procent udziału w publikacji	Liczba cytowań (stan 15.03.2019)	
					Web of Science	Scopus
I.1.	32	1,373	2,496	65	42	58
I.2.	32	1,582	2,496	65	35	35
I.3.	20	1,400	2,020	70	17	21
I.4.	1	-	-	60	-	-
I.5.	3	-	-	55	-	-
I.6.	13	0,444	1,096	45	5	5
I.7.	10	-	-	60	-	-
I.8.	12	-	-	70	-	-
I.9.	6	-	-	100	-	-
I.10.	6	-	-	80	2	2
I.11.	25	1,554	1,972	40	9	11
<b>Łącznie</b>	<b>160</b>	<b>6,353</b>	<b>10,08</b>	<b>64,5</b> (średnio)	<b>111</b>	<b>132</b>

Mój wkład w powstanie wyżej wymienionych publikacji jest dominujący. Oświadczenia współautorów odnośnie ich udziału w powstawaniu wspólnych publikacji zamieszczone zostały w *Załączniku 7*.

### **4.3. Omówienie celu naukowego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

#### **4.3.1. Wprowadzenie**

Gleba jako komponent biosfery ma w swej budowie, właściwościach chemicznych i składzie mineralogicznym zachowane relikty dawnych, a także współczesnych procesów zachodzących w skorupie ziemskiej. Człowiek prowadząc działalność przemysłową wpływa w istotny sposób na zmiany zachodzące w glebie, tym samym na jej funkcjonowanie w różnych ekosystemach. Antropopresja doprowadza do szeregu przekształceń środowiska glebowego. Przyczyną przekształceń chemicznych gleb jest przede wszystkim emisja zanieczyszczeń gazowych i pyłowych pochodzących z różnych procesów technologicznych. Cechą charakterystyczną tych przekształceń jest na ogół brak widocznych zmian morfologicznych w profilu glebowym. Zjawiskiem typowym jest natomiast nagromadzenie w glebie emitowanego składnika, a następnie jego wpływ na różne właściwości gleby. Obecnie w kraju i zagranicą dużą rolę przypisuje się innowacyjnym technologiom, szczególnie w takich gałęziach przemysłu jak energetyka, hutnictwo, czy szeroko pojęte górnictwo oraz ich oddziaływaniu na środowisko. Innym ważnym źródłem zanieczyszczeń wpływających na stan środowiska glebowego są emisje pochodzące ze stale rozwijającej się komunikacji i transportu.



Dynamiczny wzrost ilości wprowadzanych na drogi pojazdów mechanicznych staje się przyczyną degradacji gleb, m.in. poprzez akumulację nadmiernej ilości metali ciężkich czy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Zanieczyszczenia komunikacyjne wynikają głównie ze spalania paliw w silnikach spalinowych, ścierania opon, okładzin tarcz hamulcowych, zużywania elementów konstrukcyjnych. Szczególnie widoczny jest ten problem na obszarach zurbanizowanych, a zwłaszcza w centrach miast, które charakteryzują się bardzo dużym natężeniem ruchu pojazdów mechanicznych. Wśród obserwowanych zmian w środowisku miejskim wymienia się również wzrost zasolenia gleb będący ubocznym efektem stosowania (w sezonie zimowym) soli do zwalczania śliskości jezdni. Jest to istotny problem biorąc pod uwagę fakt, że gleby zasolone zlokalizowane wzdłuż dróg są siedliskiem życia roślin – drzew i krzewów, wpływając na ich kondycję, czy stan zdrowotny. Ryzyko skumulowania zanieczyszczeń w glebach może stanowić w poważny problem w funkcjonowaniu ekosystemów, zwłaszcza na obszarach zurbanizowanych i poddanych presji przemysłu.

Podobne wysokie ryzyko wystąpienia zmian środowiskowych spowodowanych przez zanieczyszczenia notuje się w ekosystemach wodnych. Praktycznie wszystkie substancje, które dostają się do cieków i zbiorników wodnych są w decydującej ilości kumulowane w osadach dennych, które stanowią kluczowy element ekosystemów wodnych z racji czynnego udziału w cyklu geochemicznym pierwiastków i materii organicznej. Jakość osadów dennych jest w związku z tym miarą stanu ekologicznego biocenozy w środowisku wodnym. Gleby i osady denne mają zdolność kumulowania różnego rodzaju zanieczyszczeń, których obecność – uwzględniając również ich synergistyczne lub antagonistyczne reakcje - może prowadzić do zmian właściwości fizyczno-chemicznych oraz wzrostu toksyczności dla organizmów żywych. W celu określenia skali zmian i stopnia przekształcenia środowiska glebowego i osadów dennych od kilku lat prowadzi się zintegrowane badania chemiczne, biologiczne, ekotoksykologiczne i magnetyczne. Opierają się one na najefektywniejszych metodach pozwalających aby w jak najszybszy i najbardziej racjonalny sposób zobrazować obecny stan środowiska i wskazać potencjalne ryzyko zanieczyszczenia gleb i osadów dennych. Ryzyko zanieczyszczenia środowiska glebowego i osadów dennych stanowi jeden z ważniejszych problemów szeroko pojętej inżynierii i ochrony środowiska.

#### **4.3.2. Wyniki badań stanowiących osiągnięcie naukowe**

Celem prac badawczych, których wyniki przedstawiłem w cyklu publikacji prezentujących osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora

habilitowanego, było określenie możliwości powstania zanieczyszczenia środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem gleby i osadów dennych. Prace obejmowały następujące kierunki badań:

- określenie zanieczyszczenia gleb i osadów dennych metodami ekotoksykologicznymi z uwzględnieniem czynników technogennych i antropopresji;
- określenie zanieczyszczenia gleb i osadów dennych pod wpływem antropopresji, w tym także wynikających z następstw powodzi, z wykorzystaniem metod chemicznych i magnetycznych.

#### **4.3.2.1. Określenia zanieczyszczenia gleb i osadów dennych metodami ekotoksykologicznymi**

Rozwój przemysłu i rolnictwa oraz proces urbanizacji spowodowały zwiększenie ilości substancji szkodliwych dostających się do różnych komponentów środowiska przyrodniczego tj. wody, gleby i powietrza. Stąd też problematyka toksykologii środowiska stała się kluczowym zagadnieniem w ochronie środowiska. W okresie ostatnich dziesięcioleci problematyka badawcza dotyczyła nie tylko zagadnień oceny poziomu zanieczyszczenia środowiska ich transferu w sieciach troficznych, czy też ich wpływu na reakcję dostosowania się organizmów, ale również rozwiązań metodycznych. Pod koniec lat 90. XX wieku metodyka badań ekotoksykologicznych została wzbogacona o mikrobiotesty, które szybko stały się jednym z podstawowych narzędzi w badaniach środowiskowych. Zalety wykorzystania biotestów z organizmami reprezentującymi różne poziomy troficzne i funkcjonalne w ekosystemach wodnych i lądowych wykazano w licznych pracach prowadzonych w kraju i zagranicą. W nurt ten wpisują się również badania prowadzone w Instytucie Ochrony i Kształtowania Środowiska UO, udokumentowane przez cztery prace opublikowane w latach 2004-2011.

W przeprowadzonych przez nas badaniach dotyczących wpływu stosowania środków chemicznych do usuwania śliskości jezdni wskazano na możliwość powstania ryzyka zanieczyszczenia gleb przydrożnych, a tym samym pogorszenia jakości siedliska dla życia roślin drzewiastych znajdujących się w pasach drogowych (**artykuł I.1**). W szczególności określono stopień zanieczyszczenia gleb przyulicznych solami łatwo rozpuszczalnymi tj. NaCl i CaCl<sub>2</sub> w oparciu o standardową analizę chemiczną próbek glebowych oraz analizę toksyczności roztworu glebowego z wykorzystaniem mikrobiotestu z pierwotniakami *Tetrahymena thermophila*. Ustalono także powiązanie pomiędzy poziomem zasolenia gleb, a stanem zdrowotnym nasadzeń przyulicznych, ocenionym na podstawie obserwacji

makroskopowej aparatu asymilacyjnego i koron drzew oraz analizy chemicznej materiału roślinnego. Ponadto oszacowałem poziom toksyczności gleb narażonych na działanie różnych soli stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg, w oparciu o przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych doświadczenie lizymetryczne. Wyniki badań wykazały podwyższoną zawartość jonów  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  w omawianych glebach oraz możliwość ich kumulowania przez dłuższy okres czasu, pomimo bardzo dobrej rozpuszczalności soli i łatwości przenikania w głąb profilu glebowego. Przy podwyższonym stężeniu jonów  $\text{Na}^+$  w glebie zaobserwowałem tendencję do wypierania i zastępowania naturalnie występujących kationów w kompleksie sorpcyjnym (szczególnie  $\text{K}^+$ ), jak również do rozpraszania cząstek organicznych i nieorganicznych w porach gleby, w efekcie czego dochodzi do zmniejszenia jej przepuszczalności i napowietrzenia, co wpływa na osłabienie wzrostu roślin. Widocznym symptomem negatywnego oddziaływania soli były obserwowane makroskopowo zmiany w aparacie asymilacyjnym drzew, w postaci chloroz i nekroz blaszki liściowej. Największe nasilenie zmian nekrotycznych, sięgające do 60% powierzchni blaszki liściowej, wystąpiło w zadrzewieniach jednej spośród analizowanych arterii komunikacyjnych, gdzie zasolenie gleb przydrożnych utrzymywało się w zakresie 0,1-0,2 %. Tu także uzyskano potwierdzenie toksyczności ostrej ekstraktu wodnego wobec pierwotniaków *T. thermophila*. Stwierdziłem, iż zahamowanie w rozwoju i wzrost śmiertelności organizmów testowych wynikały z kumulowania się w glebie różnorodnych zanieczyszczeń i ich sumarycznego oddziaływania. Uzyskane przeze mnie wyniki analizy wykazały następującą sekwencję toksyczności zastosowanych soli:  $\text{NaCl} > \text{NaCl}:\text{CaCl}_2 (65:35) > \text{CaCl}_2$ . Analizując toksyczność próbek glebowych, zwróciłem uwagę na fakt, iż ocena sporządzana w oparciu jedynie o jeden biotest może być niedoszacowania i wymaga uwzględnienia dodatkowych zmiennych celem prawidłowej interpretacji. Niemniej jednak uzyskane wyniki wskazują na istotne zagrożenie dla mikrofauny glebowej (kluczowej grupy organizmów dla prawidłowego funkcjonowania gleby) ze strony środków do usuwania śliskości jezdni, zwłaszcza  $\text{NaCl}$ .

Podobnie jak gleba, osady denne w ekosystemach wodnych pełnią istotną rolę w depozycji znacznej części zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska przyrodniczego. Wynika to ze zdolności osadów do adsorbowania i absorbowania zanieczyszczeń, których obecność w środowisku niekorzystnie oddziałuje na organizmy wodne, prowadzą do zaburzeń o charakterze ostrym lub chronicznym.

Motywacją do podjęcia badań opisanych w pracy **I.2.** była ocena poziomu zanieczyszczenia osadów dennych uzyskana na podstawie analizy chemicznej i testów fitotoksyczności z wykorzystaniem roślin wyższych. Istotnym przyczynkiem był też wcześniejszy współdział

Instytutu w międzynarodowych badaniach służących procedurze standaryzacji nowego mikrobiotestu z trzema gatunkami roślin, w tym dwuliściennych *Sinapis alba* i *Lepidium sativum* oraz jednoliściennego *Sorghum saccharatum*. Przeprowadzone przeze mnie badania dotyczące ryzyka zanieczyszczenia osadów dennych wykonano na próbkach pobranych z kanału Młynówka - ciek zlokalizowanym w centralnej części Opola. W badaniach fitotoksyczności osadów wykorzystano pomiar zdolności kiełkowania nasion i intensywności przyrostu korzeni na długość. Dodatkowo w celu kompleksowej interpretacji danych obliczono tzw. indeks kiełkowania (GI). Osady denne w kanale Młynówka były narażone przede wszystkim na zanieczyszczenia pochodzące z terenu miasta (**artykuł I.2**). Wykazałem w badaniach, że lokalizacja kanału jako miejsca zrzutu ścieków burzowych wpływa na wielkość i jakość kumulowanych zanieczyszczeń, a tym samym na stopień ryzyka zagrożenia ekologicznego w środowisku. Odnotowano wyraźnie zróżnicowanie zawartości: substancji ropopochodnych, WWA i metali ciężkich (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb i Zn). Zawartość substancji ropopochodnych w osadach wzrastała od strefy brzegowej w kierunku linii środkowej kanału oraz w głąb profilu osadów. Natomiast stężenie WWA i metali ciężkich w osadach było bardziej zróżnicowane, tak w układzie horyzontalnym, jak i wertykalnym. W dużym stopniu wiązało się to ze zmienną zawartością materii organicznej w osadach, co potwierdziły uzyskane wartości współczynników korelacji Pearsona z WWA, a także z metalami ciężkimi (wzrastając w szeregu Zn<Ni<Cd<Pb<Cu<Cr<Hg). Uzyskane przeze mnie wyniki analizy zdolności kiełkowania oraz intensywności przyrostu korzeni testowanych roślin wykazały różnice w odpowiedzi badanych gatunków na poziom zanieczyszczenia osadów.

W pracy **I.3** kontynuowałem wcześniejsze badania, których celem była ocena potencjalnej toksyczności osadów zasobnych zarówno w związku biogeniczne działające stymulująco na rozwój roślin, jak też w zanieczyszczenia pełniące rolę inhibitora. Obiekt badań stanowiły osady pochodzące ze zbiornika zaporowego Jezioro Turawskie, zlokalizowanego na rzece Mała Panew (woj. opolskie), od lat narażonego na stały dopływ związków biogenicznych z okolicznych ośrodków turystycznych, jak też zanieczyszczeń z terenów przemysłowych położonych na obszarze zlewni. Wyniki badań potwierdziły utrzymywanie się podobnego trendu kumulacji w osadach metali ciężkich i substancji biogenicznych - zawartość ich wzrastała od ujścia rzeki do zbiornika w kierunku zapory. Taki rozkład przestrzenny analizowanych pierwiastków był spodziewany z uwagi na charakter osadów zbiornika, w tym zmieniającą się granulometrię oraz zawartość materii organicznej. Wyniki testów toksyczności, wyrażone poprzez wartości indeksu kiełkowania GI, ukazały zróżnicowane efekty oddziaływania osadów, od zahamowania rozwoju roślin do stymulacji ich wzrostu. W pracy

zwrócono uwagę na fakt, iż pomimo wysokiego stężenia metali ciężkich zwłaszcza kadmu i cynku, fitotoksyczność odnotowano w nielicznych próbkach osadów. Stwierdziłem, że osady bogate w materię organiczną i potas działały z reguły stymulująco na wzrost korzeni testowanych roślin, maskując potencjalnie hamujące oddziaływanie metali ciężkich na rozwój roślin. Spośród makroelementów istotnych dla prawidłowego rozwoju roślin, zwłaszcza we wczesnych etapach, ważną rolę odgrywają kationy  $K^+$  aktywujące liczne enzymy i generujące turgor w komórkach. Wyraźne pobudzenie roślin do intensywniejszego rozwoju może zatem wskazywać na obciążenie osadów znacznym ładunkiem biogenów. W przypadku zbiorników skutkuje to możliwością resuspensji z osadów do wód naddennych, a konsekwencją tego procesu jest akceleracja eutrofizacji wód. Ponadto, rozwiązania metodyczne, które zastosowałem podczas testowania roślin, pozwoliły na wykazanie różnic w uzyskiwanych wynikach. W przypadku *L. sativum* były one całkowicie przeciwstawne  $GI < 80\%$  (zahamowanie rozwoju) na osadach świeżych,  $GI > 120\%$  (stymulacja rozwoju) na stałej frakcji osadów (wysuszonych w temperaturze pokojowej). Podkreśla to wagę stosowanych procedur w badaniach ekotoksykologicznych i złożoność interakcji jakie zachodzą w środowisku.

Badania, które przedstawiłem w pracy **I.4.** miały na celu ocenę potencjalnego wpływu działalności antropogenicznej na stan ekologiczny małych cieków w granicach miasta Opole. W ocenie stopnia degradacji osadów zastosowałem podejście kompleksowe, określane w literaturze jako Sediment Quality Triad (SQT), które integruje dane trzech zasadniczych komponentów, tj. chemii osadów, testów toksyczności osadów z wykorzystaniem organizmów wodnych oraz składu taksonomicznego i struktury zespołów fauny dennej. Badane osady rzeczne były fizycznie niejednorodne, przy czym w większości analizowanych stanowisk dominowała frakcja piaszczysta z udziałem 69-85 %. Osady charakteryzowały się niskim bądź średnim poziomem zasolenia oraz zróżnicowaną zawartością węgla organicznego (od 3,0 do 20%). Postawiona w pracy teza - dotycząca znaczenia składu granulometrycznego osadów i zasobności w materię organiczną w sorpcji zanieczyszczeń - została potwierdzona uzyskanymi przeze mnie wynikami analizy chemicznej osadów, które ujawniły duże zróżnicowanie w stężeniu zanieczyszczeń: WWA 1,05 - 6,65  $mg \cdot kg^{-1}$ , substancje ropopochodne 0,06 - 0,61  $g \cdot kg^{-1}$ , Cd 0,5 - 6,3  $mg \cdot kg^{-1}$ , Cr 9,0 - 48,7  $mg \cdot kg^{-1}$ , Cu 17,0 - 90,2  $mg \cdot kg^{-1}$ , Pb 29,6 - 97,3  $mg \cdot kg^{-1}$ , Zn 278,0 - 897,0  $mg \cdot kg^{-1}$ . Ze wzrostem zawartości zanieczyszczeń korespondowały wyniki analizy toksyczności osadów. Wartości indeksu kiełkowania (GI), uzyskane dla większości analizowanych odcinków cieków, wskazywały na proces inhibicji w rozwoju testowanych roślin. Dodatkowo w przypadku jednego strumienia, którego osady

kumulowały najwięcej metali ciężkich i substancji ropopochodnych, odnotowałem także efekt toksyczności ostrej dla skorupiaków *Daphnia magna* w wodach interstycjalnych. Uzyskane w pracy wartości wskaźników biocenotycznych były również zróżnicowane, zwłaszcza liczba rodzin reprezentowanych w zoobentosie oraz indeks różnorodności taksonomicznej i indeks biotyczny. W celu zobrazowania w sposób sumaryczny skali degradacji osadów dennych zastosowałem graficzną prezentację wyników analizy SQT.

### ***Podsumowanie***

W badaniach ekotoksykologicznych dotyczących oceny ryzyka zachodzącego pod wpływem depozycji zanieczyszczeń (metale ciężkie, zasolenia) w środowisku glebowym i w osadach dennych wskazałem na przydatność i celowość stosowania nowych niestosowanych dotychczas mikrobiotestów, szczególnie biotestów z pierwotniakami *Tetrahymena thermophil* oraz testów fitotoksyczności z wykorzystaniem roślin wyższych (*Sinapis alba*, *Letivum sativum* i *Sorghum saccharatum*). Jednocześnie stwierdziłem, iż ocena toksyczności sporządzona w oparciu o jeden selektywnie wybrany test może być niedoszacowana, dlatego też badania ekotoksykologiczne winny być prowadzone kompleksowo z wykorzystaniem kilku testów zawierających organizmy reprezentujące różne poziomy troficzne, a interpretacja wyników powinna obejmować również wyniki analiz chemicznych.

#### **4.3.2.2. Ocena zanieczyszczenia gleb i osadów dennych metodami magnetycznymi i chemicznymi**

Do oceny stopnia przekształcenia chemicznego gleb spowodowanego przez emisje zanieczyszczeń przemysłowych najlepiej nadają się gleby kompleksów leśnych, ponieważ charakteryzują się one nie zmienionym układem poziomów genetycznych w profilu glebowym. W badaniach gleb leśnych prowadzonych na Opolszczyźnie stwierdzono, iż na znacznym obszarze występują gleby o odczynie silnie kwaśnym, dotyczy to również rędzin, których skała macierzysta zawiera węglany wapnia i magnezu (**artykuł I.5.**). Zdolność filtracyjna różnych drzewostanów i z reguły kwaśny odczyn gleb leśnych mogą odgrywać znaczącą rolę w dotychczas mało rozpoznanych zagrożeniach ekologicznych związanych z migracją zanieczyszczeń w głąb profilu glebowego i ich kumulowaniem w poszczególnych poziomach genetycznych. Proces nagromadzania różnych składników, w tym także toksycznych, w glebach leśnych przebiega inaczej niż w glebach uprawnych. Stąd też niekorzystne zmiany w tych pierwszych mogą następować dynamiczniej, w czasie trudnym do przewidzenia. W przeprowadzonych badaniach stwierdziłem powiązanie stopnia przekształceń chemicznych gleb leśnych między innymi z wielkością nagromadzenia w ektopróchnicy soli łatwo

rozpuszczalnych w wodzie, o czym świadczyły wysokie wartości przewodnictwa właściwego. Wykazałem także duże zróżnicowanie zawartości metali ciężkich pomiędzy poszczególnymi poziomami genetycznymi badanych gleb. W poziomach organicznym i próchnicznym stwierdzono istotne wzbogacenia w metale ciężkie. Proces ten występował w glebach wszystkich rezerwatów, zarówno tych wykazujących mały poziom zanieczyszczenia, jak i bardzo duży. W prowadzonych równoległe badaniach właściwości magnetycznych gleb uzyskałem, podobnie jak w przypadku zawartości metali ciężkich, zróżnicowane wyniki wskazujące na zmienną zawartość ferromagnetyków (pierwiastki z grupy żelaza) w poszczególnych poziomach genetycznych gleb na obszarach będących pod wpływem czynników technogennych. W literaturze niewiele jest informacji dotyczących czynników wpływających na powstawanie ferromagnetyków technogenego pochodzenia. Dotychczas stwierdzono, iż w trakcie spalania węgla mogą zachodzić wysokotemperaturowe przemiany słabo magnetycznych minerałów żelaza, takich jak piryt framboidalny w magnetyt. Procesy te prowadzą zatem do powstania kulistych cząstek magnetycznych odpowiedzialnych za wzrost podatności magnetycznej popiołów lotnych. W dotychczasowych pracach analizowano wpływ emisji zanieczyszczeń z różnych gałęzi przemysłu w tym hutnictwa, metalurgii, energetyki, czy cementowni, natomiast bardzo mało uwagi poświęcono oddziaływaniu przemysłu wapienniczego. Pył powstający przy produkcji wapna traktowano marginalnie, istniała więc potrzeba prowadzenia badań w tym obszarze. W swoich badaniach starałem się wypełnić tę lukę, ponieważ pył wapienny może stanowić istotne zagrożenie dla środowiska, szczególnie na obszarach o wysokiej koncentracji zakładów przemysłu wapienniczego. Stwierdziłem m.in. niekorzystny wpływ pyłów cementowo-wapienniczych na środowisko, który zaznaczał się w środkowej i wschodniej części województwa opolskiego, obejmując obszar wyznaczony przez miasta Opole - Strzelce Opolskie - Krapkowice, na którym zlokalizowane są wszystkie tutejsze zakłady cementowo-wapiennicze. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdziłem, iż w rejonach o dużym skupieniu przemysłu cementowego istotnym źródłem metali ciężkich występujących w powietrzu atmosferycznym są pyły powstające przy produkcji klinkieru. Pomimo znacznej ich redukcji – wychwytywania przez filtry i zwracania do procesu wypalania, mogą one przyczyniać się do powstania ryzyka zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego, w tym gleb. Przy czym zawartość metali ciężkich w pyłach cementowych, tym samym podatność magnetyczna jest niższa w porównaniu do pyłów pochodzących z innych źródeł emisji. Wartości średnie podatności magnetycznej pyłów metalurgicznych to  $13776 \times 10^{-8} (\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1})$ , energetycznych  $2006 \times 10^{-8} (\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1})$ , a cementowych tylko  $63 \times 10^{-8} (\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1})$ . Jednak na uwagę zasługuje fakt, iż pyły cementowe wykazują zasadowy odczyn, stąd ich

oddziaływanie na kwaśne gleby leśne odbiega od wpływu, jaki wywierają inne emisje przemysłowe. Uzyskane wyniki wskazują, że głównym czynnikiem wpływającym na zawartość metali ciężkich w pyłe emitowanym z pieców wapienniczych był przede wszystkim surowiec wykorzystywany w procesie technologicznym, czyli wapień. Stwierdziłem, że pył powstały przy produkcji wapna charakteryzował się znacznie niższym poziomem wartości podatności magnetycznej i zawartością metali ciężkich, w porównaniu do pyłu pochodzącego z cementowni. Dotyczyło to wszystkich badanych metali, ale przede wszystkim Cr, Fe, Mn, Zn, Cd i Tl. Wykazałem w badaniach, że pył wapienny charakteryzuje się stałą wartością podatności magnetycznej i zawartością wyżej wymienionych metali ciężkich, co jest uwarunkowane znacznie mniejszą liczbą czynników wpływających na proces wypalania wapna, w porównaniu do innych pyłów pochodzących z procesów wysokotemperaturowych, takich jak produkcja cementu. Podatność magnetyczna i zawartość metali ciężkich w badanym pyłe wapiennym była mniejsza w porównaniu z pyłem cementowym, co wynikało z faktu, że do produkcji wapna nie były wykorzystywane ani niskiej jakości surowce, ani też dodatki. W analizie statystycznej uzyskano istotną dodatnią zależność pomiędzy zawartością w pyłe metali ciężkich a wielkością podatności magnetycznej. Co wskazuje na możliwość wykorzystania w badaniach środowiskowych, pomiarów podatności magnetycznej jako wstępnego wskaźnika występowania technogenego pochodzenia metali ciężkich, szczególnie Ni, Pb, czy Zn. Duża ilość pyłu opadającego w przeszłości na powierzchnię gleby w obszarze analizowanych wapienników wskazuje na występowanie potencjalnego ryzyka zagrożenia dla jakości środowiska przyrodniczego i zdrowia ludzi z powodu nadmiernej zawartości metali ciężkich (**artykuł I.6.**). Jak wykazałem wyżej podatność magnetyczna jest dobrym wskaźnikiem przemian wywołanych czynnikami technogennymi, szczególnie w aspekcie zmian wynikających z nagromadzenia metali ciężkich w glebach czy osadach dennych. Biorąc pod uwagę ten fakt zastosowałem pomiary podatności magnetycznej do identyfikacji poziomów genetycznych technogenego pochodzenia. Do badań wybrałem bardzo gleby, zlokalizowane na obszarze przyległym do przekopu Wisły. Stwierdziłem, iż analizowane profile glebowe charakteryzują się bardzo dużym zróżnicowaniem występujących poziomów genetycznych, które wynikają zarówno z procesów naturalnych – sedymentacyjna działalność morska i rzeczna oraz erozja eoliczna, jak również z działalności człowieka – utworzenie warstwy gleby z materiału powstałego w trakcie wykonywania przekopu. Zmierzona w próbkach glebowych niskopolowa podatność magnetyczna nie przekraczała wartości  $8,4 \times 10^{-5} \text{SI}$ , potwierdzając brak wzmocnienia magnetycznego, a tym samym brak ferromagnetyków naturalnego, czy technogenego



pochodzenia. Wyjątkiem były profile założone na glebie wytworzonej w trakcie wykonywania przekopu, gdzie usypano warstwy mineralne pochodzące z pogłębienia koryta kanału. Utworzony w ten sposób poziom oznaczany w gleboznawstwie jako poziom kopalny charakteryzował się kilkukrotnie wyższymi wartościami podatności magnetycznej co świadczy o jego antropogenicznym pochodzeniu. Gleby powstałe po utworzeniu Przekopu Wisły charakteryzują się bardzo dynamicznym rozwojem. Wskazuje na to przede wszystkim układ morfologiczny - nagromadzenie poszczególnych naturalnych utworów mineralnych (aluwialnych, eolicznych i morskich) przemieszanych z technogenicznymi (nasypanymi przez człowieka w trakcie wykopywania Przekopu), w postaci warstw o stosunkowo małej miąższości z wyraźnymi granicami pomiędzy poziomami genetycznymi. Celem badań było wskazanie na możliwość wykorzystania badań magnetycznych, jako narzędzia wspomagające klasyfikowanie istniejących w profilu glebowym poziomów genetycznych, ze szczególnym uwzględnieniem występowania nieciągłości technogenicznego pochodzenia (**artykuł I.7.**).

Kolejnym obszarem badań, na którym wykorzystałem pomiary podatności magnetycznej była aglomeracja miejska. W **artykule I.8.** przedstawiłem wyniki dotyczące analizy stopnia i wielkości zanieczyszczeń gleb zlokalizowanych wzdłuż ciągów komunikacyjnych na terenie miasta Opola. W badaniach stwierdziłem, że podatność magnetyczna gleb (in situ) zlokalizowanych wzdłuż głównych ulic Opola przekraczała graniczną wartość wynoszącą  $30 \times 10^{-5}$  jednostek SI, przyjmowaną jako próg tzw. „naturalnego tła magnetycznego”. Świadczy to o antropogenicznej depozycji ferromagnetyków. W badaniach stwierdziłem istotny wpływ lokalizacji miejsc prowadzenia pomiarów. W odległości do 1m od krawędzi jezdni odnotowałem istotnie większe wartości analizowanego parametru, w porównaniu do tych jakie uzyskałem w pasie w odległości 1-2m od jezdni. Zróżnicowanie to wynikać może z obecności ferromagnetyków w kompozycie asfaltowym, dające wzmocnienie pola magnetycznego. Ponadto wyższe wartości badanego parametru mogą być warunkowane depozycją m.in. sadzy z układów wydechowych, cząstek pochodzących ze zużywających się metalowych części ruchomych, hamulców, opon jak również cząstek magnetycznych z korozji elementów metalowych i powłok lakierniczych. Wskazałem w tym przypadku, iż prowadzenie badań monitorujących stan środowiska przydrożnego wymaga większej ostrożności z uwagi na występowanie wielu zmiennych wpływających na analizowane parametry. Przypadkowe nagromadzenie resztek asfaltu czy innych stałych słabo rozpuszczalnych materiałów na powierzchni gleby może istotnie wpływać na uzyskane wyniki badań jakości samej gleb. Badania przeprowadzone w zbiorniku zaporowym Jezioro Turawskie (**artykuł I.3.**), w których wykorzystałem do oceny stanu zagrożenia środowiska analizy ekotoksykologiczne

i chemiczne, zainspirowały mnie do przeprowadzenia badań magnetycznych osadów dennych (**artykuł I.9.**). W tym celu wykonano odwierty geologiczne do głębokości 2 m w transektach zlokalizowanych wzdłuż centralnej części zbiornika, począwszy od zbiornika wstępnego, a skończywszy na strefie bezpośrednio przyległej do zapory. Wykorzystując fakt bardzo dużej czułości pomiarów magnetycznych, wykonałem analizy umożliwiające wskazanie warstw w osadach dennych charakteryzujących się nadmierną koncentracją metali ciężkich, co stanowi potencjalnie zagrożenie ekologiczne. Stwierdziłem, iż badane profile charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem ze względu na występujące wzmocnienie magnetyczne. Biorąc pod uwagę miejsce występowania wzmocnienia magnetycznego, można wysunąć wniosek, iż podwyższona niskopolowa podatność magnetyczna warstw wierzchnich wiąże się wyłącznie z efektem technogenego zanieczyszczenia osadów. W celu określenia pochodzenia cząstek magnetycznych w osadach wykonałem analizę laboratoryjną podatności magnetycznej wyliczając zależność częstotliwościową podatności magnetycznej, której wartości pozwalają na wyróżnienie z dużą dokładnością warstwy wykazującej wzmocnienie magnetyczne wywołane nagromadzeniem technogenych ferromagnetyków. Przedstawiona przeze mnie we wcześniejszych pracach, istotna zależność pomiędzy wzmocnieniem magnetycznym spowodowanym występowaniem ferromagnetyków technogenego pochodzenia, a zawartością metali ciężkich, pozwala na wyznaczenie miejsc o potencjalnym ryzyku zanieczyszczenia nimi osadów. W ten sposób można również z dużym prawdopodobieństwem datować osadzanie się zanieczyszczeń w wyniku powodzi, czy bezpośredniego zrzutu do zbiornika. Powodzie należą do bardzo ekstremalnych zjawisk występujących w środowisku przyrodniczym, a ich skutki są bardzo często nieprzewidywalne. Przeprowadzone przeze mnie badania dotyczące ryzyka zanieczyszczenia gleb na skutek jednej z największych powodzi notowanych w historii naszego kraju wskazały, że jakość i ilość zanieczyszczeń transportowanych przez wodę w trakcie powodzi w istotny sposób wpływa na stan środowiska glebowego. W badaniach dokonałem oceny stopnia zanieczyszczenia nanosów mineralnych i gleb objętych powodzią w 1997r. na obszarze zlewni rzeki Odry w województwie opolskim. W pierwszym etapie przeprowadzono analizy dotyczące określenia ryzyka zanieczyszczenia gleb i nanosów metalami ciężkimi, natomiast w etapie drugim wskazano potencjalne miejsca nagromadzenia związków należących do trwałych zanieczyszczeń organicznych m.in. wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (**artykuł I.10. i I.11.**). Największe ilości pierwiastków śladowych odnotowano w nanosach mineralnych w miejscowości Januszkowice, położonej poniżej Kędzierzyn-Koźła, natomiast najmniejsze w Krapkowicach (w pobliżu rzeki Osobłogi). W kilku przypadkach stwierdzono występowanie ryzyka zanieczyszczenia gleb

przez związki z grupy WWA. Wysokie zawartości odnotowano szczególnie w przypadku chrysenu, benzo(a)pirenu i benzo(g, h, i)perylenu, co w konsekwencji może wpływać na jakość materiału roślinnego i ograniczać optymalną na tych terenach uprawę rolną. Zawartość metali ciężkich i WWA w nanosach jest jednym z podstawowych kryteriów umożliwiających określenie przydatności badanych osadów do dalszego zagospodarowania. Pomimo otrzymanych różnic wskazałem możliwość wykorzystania wszystkich analizowanych osadów mineralnych do rekultywacji powstałych jako skutek powodzi wyrw i ubytków w glebach aluwialnych występujących w tarasie rzeki Odry.

### **Podsumowanie**

W ocenie ryzyka powstałego w wyniku zanieczyszczeń chemicznych zastosowałem nowatorskie metody – oparte na pomiarach podatności magnetycznej w powiązaniu z występującymi metalami ciężkimi czy WWA. W pierwszym etapie wskazałem na marginalizowany w badaniach krajowych i zagranicznych aspekt jakości pyłów wapienniczych i ich wpływ na środowisko glebowe. Wykorzystałem do tego zarówno pomiary magnetyczne, jak i określiłem zawartość metali ciężkich (m.in. Pb, Zn, Ni, Cd) w pyłach powstałych na różnych etapach produkcji wapna. Badania magnetyczne wykorzystałem również do identyfikacji poziomów genetycznych w profilach glebowych, które zostały przekształcone przez czynniki antropogeniczne i technogeniczne. Jest to nowe podejście służące szybkiej identyfikacji i klasyfikacji w badaniach dotyczących morfologii profilu glebowego. Podobną ocenę z wykorzystaniem pomiarów podatności magnetycznej przeprowadziłem w ocenie jakości osadów dennych. Ponadto, wykazałem w badaniach dotyczących wpływu powodzi, iż jakość gleb aluwialnych, zlokalizowanych w tarasach rzecznych, kształtowana jest pod wpływem zanieczyszczeń przenoszonych przez wezbrane wody. Jednocześnie wskazałem na przydatność powstałych nanosów mineralnych do wykorzystania w ramach rekultywacji ubytków i wyrw powstałych w trakcie powodzi rzeki Odry w 1997r.

### **4.3.3. Podsumowanie**

W wyniku przeprowadzonych prac indywidualnych i zespołowych, w ramach przedstawionego osiągnięcia naukowego w obszarze badań dotyczących oceny ryzyka zanieczyszczeń gleb i osadów dennych, uzyskałem podane niżej najważniejsze osiągnięcia:

1. Realizując badania dotyczące określenia zmian zachodzących w środowisku glebowym i w osadach dennych z wykorzystaniem nowoczesnych metod ekotoksykologicznych:
  - a) wskazałem na przydatność i celowość stosowania mikrobiotestów, szczególnie biotestów z pierwotniakami *Tetrahymena thermophil* oraz testów fitotoksyczności

- z wykorzystaniem roślin wyższych (*Sinapis alba*, *Letivum sativum* i *Sorghum saccharatum*), celem stwierdzenia toksyczności ostrej wywołanej m.in. nadmierną koncentracją metali ciężkich, czy związków organicznych, np. WWA, w glebach i osadach dennych;
- b) stwierdziłem, iż ocena toksyczności sporządzona w oparciu o jeden selektywnie wybrany test może być niedoszacowana, dlatego też badania ekotoksykologiczne winny być prowadzone kompleksowo z wykorzystaniem kilku testów zawierających organizmy reprezentujące różne poziomy troficzne, a interpretacja wyników powinna obejmować również wyniki analiz chemicznych;
- c) określiłem istotne statystycznie powiązanie pomiędzy stopniem zanieczyszczenia gleb m.in. solami łatwo rozpuszczalnymi, a stanem zdrowotnym występujących drzew i krzewów, w oparciu o przeprowadzone analizy z wykorzystaniem biotestów wskazano poziom toksyczności gleb narażonych na wieloczynnikowe oddziaływanie depozycji zanieczyszczeń technogennych i antropogenicznych występujących w aglomeracji miejskiej.
2. W zakresie zastosowania badań chemicznych i magnetycznych do oceny możliwości wystąpienia zanieczyszczenia środowiska gleb i osadów:
- a) określiłem przydatność wybranych właściwości gleb, w tym przewodnictwa właściwego do oceny zmian wywołanych w środowisku czynnikami technogennymi, wskazując możliwość występowania anomalii, a tym samym obszarów o potencjalnym zagrożeniu ekologicznym;
- b) wskazałem zagrożenia dla środowiska glebowego wynikające z emisji zanieczyszczeń pochodzących z przemysłu wapienniczego, biorąc pod uwagę technologię produkcji wapna, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowanego paliwa;
- c) stwierdziłem, iż uzyskane wartości podatności magnetycznej górnej warstwy gleby umożliwiają oszacowanie wielkości i zasięgu przestrzennego depozycji zanieczyszczeń, a także występujących w nich cząstek magnetycznych i związanych z nimi metali ciężkich, zarówno na obszarach przemysłowych, jak i terenach miejskich;
- d) określiłem przydatność badań magnetycznych do precyzyjnej identyfikacji poziomów genetycznych w profilu glebowym oraz warstw w osadach dennych zbiorników wodnych, które powstały w wyniku technogenne oddziaływania;
- e) oceniłem stopień zanieczyszczenia gleb na skutek powodzi w zlewni rzeki Odry na terenie Opolszczyzny, ze szczególnym uwzględnieniem wielkości kumulacji metali

ciężkich i WWA w nanosach utworzonych przez wody powodziowe, w aspekcie potencjalnego wykorzystania powstałych zwałów mas mineralnych.

Wyniki badań, przedstawione w osiągnięciu naukowym, mają oprócz wartości poznawczych znaczenie aplikacyjne w aspekcie rozwoju metod mających na celu określenie zmian w środowisku i potencjalnego ryzyka zanieczyszczenia gleb i osadów dennych. Zastosowanie tylko jednej metody opartej na analizie chemicznej, magnetycznej czy ekotoksykologicznej w ocenie środowiskowej może być niedoszacowane i obarczone błędem w interpretacji wpływu zanieczyszczeń na środowisko. Badania stanowią przyczynek do dalszego rozwoju procedur badawczych, szczególnie możliwości ich kompleksowego wykorzystania w ocenie jakości gleb i osadów dennych. Przykładem takiego powiązania dwóch metod jest wskazana przeze mnie możliwość wykorzystania magnetometrii terenowej, opartej na pomiarach podatności magnetycznej wierzchniej warstwy gleby (in situ), w celu określania miejsc potencjalnego zagrożenia przez zanieczyszczenie metalami ciężkimi. Wprowadzone w moich badaniach nowe testy ekotoksykologiczne (biotesty z pierwotniakami *Tetrahymena thermophil* oraz z wykorzystaniem roślin wyższych *Sinapis alba*, *Letivum sativum* i *Sorghum saccharatum*), a także pomiary magnetyczne, ze względu na dokładność, czułość i szybkość pomiarów stanowić mogą cenne źródło informacji o ryzyku zanieczyszczenia gleb i osadów dennych, a tym samym o zmianach wywołanych w środowisku przyrodniczym przez zanieczyszczenia.

## **5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych**

Pracę zawodową podjąłem w 1994r., będąc na IV roku studiów, na stanowisku pracownika technicznego w Instytucie Ochrony Środowiska Uniwersytetu Opolskiego. W 1995 roku, po uzyskaniu tytułu magistra ochrony środowiska, zostałem zatrudniony na stanowisku asystenta w tym samym Instytucie. Moje zainteresowania naukowe obejmowały zagadnienia dotyczące zmian w środowisku przyrodniczym, ze szczególnym uwzględnieniem oceny jakości gleb podlegających wpływom antropopresji. Wyniki badań opublikowałem w pięciu publikacjach recenzowanych.

Moją rozprawę doktorską pt. *Wpływ emisji zanieczyszczeń przemysłowych na podatność magnetyczną gleb w wybranych rezerwach województwa opolskiego* obroniłem w 2003r. w Instytucie Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze. Promotorem rozprawy był Prof. dr hab. inż. Zygmunt Strzyszczyński, a recenzentami Prof. dr hab. Renata Bednarek i Prof. dr hab. Jan Siuta.

Od 2004 roku, po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii środowiska, jestem zatrudniony na etacie adiunkta w Katedrze Ochrony Powierzchni Ziemi (od

1 września 2018r. w Instytucie Ochrony i Kształtowania Środowiska) na Wydziale Przyrodniczo-Technicznym Uniwersytetu Opolskiego. Artykuły, które zostały opublikowane po 2003r. a nie weszły w skład jedno-tematycznego cyklu publikacji, to dorobek ukazujący wyniki prac realizowanych w ramach projektów badawczych w zakresie oceny zanieczyszczeń gleb i osadów dennych, z wykorzystaniem pomiarów podatności magnetycznej oraz analiz chemicznych na zawartość metali ciężkich i związków organicznych (WWA). Cały ten dorobek potwierdza wnioski wyciągnięte w jedno-tematycznym cyklu publikacji.

Zanieczyszczenia chemiczne dostające się na powierzchnię gleby w wyniku depozycji m.in. pyłów stanowią istotny problem wpływający na stan środowiska przyrodniczego. Szczególnie widoczne jest to na obszarach poddanych presji przemysłowej, gdzie źródła technogenne stanowią dominujący udział w kształtowaniu bilansu pierwiastków śladowych. Przeprowadzone badania w glebach kompleksów leśnych wskazały na wyraźny wzrost zawartości pierwiastków w pobliżu obszarów przemysłowych, ze szczególnym uwzględnieniem tzw. opolskiego czarnego trójkąt, gdzie zlokalizowany jest cały przemysł cementowo-wapienniczy, chemiczny i energetyczny Opolszczyzny [H.1. – H.2.]. Stwierdziłem w wierzchnich poziomach genetycznych gleb stosunkowo duże wzbogacenie w metale ciężkie, szczególnie w próchnicy nadkładowej i poziomie próchnicznym A (na obszarach zachodniej części woj. opolskiego, tj. w glebach rezerwatów leśnych Kamień Śląski i Płużnica). Jednocześnie wskazałem na przydatność gleb leśnych do prowadzenia wieloletnich badań monitoringowych, których celem jest m.in. określenie dynamiki depozycji zanieczyszczeń, jak również ich migracji w profilu glebowym [H.3., H.6, H.8.]. Prace badawcze prowadziłem również na terenach przyległych do zakładów przemysłowych, wskazując na charakterystyczne dla poszczególnych emitorów depozycje zanieczyszczeń, np. w pobliżu cementowni odnotowano wzrost zawartości niklu, cynku i kadmu, w przypadku składowisk odpadów wzrost zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych [H.4., H.5., H.7., H.9.-H.11.].

Wyniki powyższych prac badawczych zostały opublikowane w artykułach:

- H.1. **Kusza G.**, Dużyński M. 2003. Profilowe zróżnicowanie zawartości cynku, kadmu i ołowiu w glebach wybranych kompleksów leśnych Opolszczyzny, (W) Obieg pierwiastków w przyrodzie: bioakumulacja-toksyczność-przeciwdziałanie (red. B. Gworek, J. Misiak) Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa t. II, 141-144.
- H.2. **Kusza G.**, Ciesielczuk T. 2005. Zawartość żelaza i manganu w ściółce gleb leśnych niektórych rezerwatów Opolszczyzny. (W) Obieg pierwiastków w przyrodzie: bioakumulacja-toksyczność-przeciwdziałanie (red. B. Gworek) Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, t. III, 34-37.

- H.3. **Kusza G.** Strzyszczy Z. 2005. Rezerwy leśne Opolszczyzny – stan i technogenne zagrożenia. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze. Prace i Studia 63, ss. 156.
- H.4. Ciesielczuk T., **Kusza G.**, Poluszyńska J. 2006. Assessment of PAHs and total content of organic matter in Landfill Leachate and Groundwater, *Ecological Chemistry and Engineering* 11(13), 1225-1230.
- H.5. **Kusza G.**, Ciesielczuk T. 2007. Wpływ wybranych zakładów przemysłowych na wzrost zawartości metali ciężkich w glebach terenów przyległych, *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 31, 110-114.
- H.6. **Kusza G.** 2007. Wybrane pierwiastki śladowe w glebach rezerwatu leśnego "Bazany", *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego, Inżynieria Środowiska* 135(15), 142-148.
- H.7. **Kusza G.**, Ciesielczuk T., Gołuchowska B. 2009. Zawartość wybranych metali ciężkich w glebach obszarów przyległych do zakładów przemysłu cementowego w mieście Opolu, *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 40, 70-75.
- H.8. Gołuchowska B, Strzyszczy Z., **Kusza G.**, Rachwał M. 2010. Główne atmosferyczne źródła ferromagnetyków w województwie opolskim i ich ekologiczna ocena. (W) *Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego* (red. A. Musialik-Piotrowska, J.D. Rutkowski) Politechnika Wrocławska, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Wrocław, 119-128.
- H.9. Ciesielczuk T., **Kusza G.**, Kowalska-Górska M., Senze M. 2010. Assessment of selenium content in soils near industry plants in Opole (Southern Poland), *Proceedings of ECOpole* 4(1), 21-24.
- H.10. Ciesielczuk T., **Kusza G.**, Kowalska-Górska M., Senze M. 2011. Aluminium and selenium content in soils of industrial area in Opole (Southern Poland). *Archives of Environmental Protection* 37(1), 25-32.
- H.11. Ciesielczuk T., **Kusza G.**, Nemś A. 2011. Nawożenie popiołami z termicznego przekształcania biomasy źródłem pierwiastków śladowych dla gleb. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 49, 219-227.

Pilotażowe wyniki pomiarów aktywności właściwej naturalnych i sztucznych izotopów promieniotwórczych w glebach tzw. „Anomalii opolskiej” przedstawiłem w badaniach prowadzonych na wybranych kompleksach leśnych woj. opolskiego [H.12., H.13.], realizowanych w ramach grantu NCN Nr DEC-2011/03/D/ST10/05392 pt. "Opracowanie i weryfikacja procedur pomiarowych i obliczeniowych do opisu transportu izotopów promieniotwórczych w środowisku”, w którym byłem głównym wykonawcą. Przeprowadziłem prace na obszarach kompleksów leśnych, gdzie analizowałem zróżnicowanie zawartości radionuklidów w poszczególnych poziomach genetycznych profili glebowych. Ponadto wykonano analizę zawartości radionuklidów na obszarach przemysłowych, w tym po byłych cementowniach w Opolu oraz zakładach wapienniczych. Podczas badań stwierdzono, że izotopy szeregu uranowo-radowego i torowego znajdowały się w stanie zbliżonym do

równowagowego. Badania radionuklidów w środowisku przyrodniczym stanowiły podstawę do wskazania założeń monitoringowych gleb poddanych wpływowi – depozycji izotopów promieniotwórczych [H.14.- H.18.].

Wyniki powyższych prac zostały opublikowane w artykułach:

- H.12. Dołhańczuk-Śródka A., **Kusza G.**, Ząbkowska-Wacławek M. 2004. Gamma-radioactive contamination in the area of Lesisko Reserve, *Polish Journal of Environmental Studies* **13**, S.III, 31-34.
- H.13. Dołhańczuk-Śródka A., **Kusza G.**, Ząbkowska-Wacławek M. 2005. Radiocez w środowisku leśnym. (W) Obieg pierwiastków w przyrodzie: bioakumulacja-toksyczność-przeciwdziałanie (red. B. Gworek) Instytut Ochrony Środowiska Warszawa, t. III, 27-30.
- H.14. Ziembik Z., Dołhańczuk-Śródka A., **Kusza G.** 2012. Preliminary results of studies on radioisotopes activity concentrations in vicinity of Cement Works *Proceedings of ECOpole*, 6(20), 359-563, DOI: 10.2429/proc.2012.6(2)076.
- H.15. Ziembik Z., Dołhańczuk-Śródka A., **Kusza G.** 2014. Application of compositional data analysis in environmental monitoring of radioisotopes, *GeoMap Workshop Proceedings* (ISBN978-80-244-4149-8), 55-59.
- H.16. Dołhańczuk-Śródka A., Ziembik Z., **Kusza G.** 2014. Estimation of mass relocation intensity in area of the former cement works. *Proceedings of ECOpole 2014*, 8(2) DOI: 10.2429/proc.2014.8(2)046.
- H.17. Dołhańczuk-Śródka A., Ziembik Z., **Kusza G.** 2015. Effect of soil management on its radioisotopic composition, *Geology Geophysics & Environment* 41(1), 33-41.
- H.18. Dołhańczuk-Śródka A., Ziembik Z., **Kusza G.** 2015. Wykorzystanie metod statystycznych do opisu migracji izotopów promieniotwórczych w środowisku przyrodniczym, Wyd. WNT, Warszawa, ISBN 978-83-934913-9-1 ss. 152.

Jednym z elementów oceny stanu środowiska glebowego jest wyznaczenie miejsc szczególnie narażonych na zwiększoną depozycję zanieczyszczeń tzw. obszarów anomalii. W ramach projektu MNiSW Nr 14003406/2009 pt. „Zastosowanie magnetometrii glebowej do oceny zagrożeń terenów parkowo-miejskich Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP) wtórną emisją”, w którym byłem wykonawcą, wskazano na występowanie anomalii geochemicznych i magnetycznych w glebach parków miejskich GOP, które są narażone na emisję zanieczyszczeń z terenu Aglomeracji Górnośląskiej. Ogólnie gleby parków stanowią dobre medium do wykonania badań monitoringowych ze względu na zachowany, zbliżony do naturalnego układ poszczególnych poziomów genetycznych w profilu glebowym. Wyniki badań wskazują na dużą zawartość zwłaszcza metali ciężkich w glebach oraz istotne wzmocnienie magnetyczne wynikające z występowania ferromagnetyków technogenne pochodzenia [H.19.]. Biorąc pod uwagę występowanie anomalii magnetycznych, przeprowadziłem wraz zespołem na obszarze Górnego Śląska badania geostatystyczne, dzięki,



którym zobrazowano zmienność przestrzenną podatności magnetycznej gleb na obszarze o najwyższym opadzie pyłu w woj. śląskim [H.24.].

W ramach międzynarodowego projektu Nr 676/N-DFG/2010/0 pt. „*Charakterystyka aktualnych zanieczyszczeń komunikacyjnych deponowanych w glebach przydrożnych w zróżnicowanych warunkach klimatycznych – opracowanie i testowanie nowej koncepcji monitoringu zanieczyszczeń komunikacyjnych*”, realizowanego w niemiecko-polskim konsorcjum naukowym, wykazano duże zróżnicowanie w jakości zanieczyszczeń komunikacyjnych. W glebach na obszarach przyległych do autostrad w Europie odnotowano silny wzrost zawartości platynowców, a zarazem obniżenie ilości ołowiu. Odwrotną sytuację stwierdzono w glebach Tadżykistanu, a także Indii i Chin, gdzie znaczna część poruszających się po drogach samochodów nie posiada katalizatorów, a benzyna nie jest pozbawiona ołowiu. W badaniach wykorzystałem pomiary podatności magnetycznej, oznaczono również ponad trzydzieści pierwiastków śladowych. Prowadzone przez okres czterech lat badania wskazują na istotną dynamikę przyrostu współczesnych zanieczyszczeń komunikacyjnych w tym zawartości platynowców w glebach sąsiadujących z drogami, zarówno o dużym nasileniu ruchu, jak i drogami lokalnymi [H.25., H.26.].

Kolejnym zagadnieniem dotyczącym zmian w chemizmie gleb była analiza wpływu środków chemicznych stosowanych do usuwania śliskości jezdni. Wykonałem badania dotyczące zmian właściwości fizyko-chemicznych i chemicznych wywołanych depozycją soli łatwo rozpuszczalnej w glebach przyległych do dróg. Prace przeprowadziłem na glebach w typie rędzin szkieletowych, które charakteryzują się bardzo specyficznymi właściwościami, zwłaszcza wysokim nasyceniem jonami wapnia i stosunkowo wysokim pH [H.20., H.21.]. Badania kontynuowałem w ramach współpracy z przedsiębiorstwem Eko-Probud z Gogolina, a ich efektem był opracowany przeze mnie projekt, pt. „Nowoczesna technologia usuwania śliskości z nawierzchni drogowych ze szczególnym uwzględnieniem dróg krajowych, ekspresowych i autostrad”. Projekt ten został wdrożony na terenie dróg Opolszczyzny [H.23.]. W trakcie badań dotyczących emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych wykonałem prace w zespole polsko-czeskim mające na celu wskazanie zmian w zawartości metali ciężkich w mchach epifitycznych i glebach przyległych do dróg w pasach drogowych dwóch alei lipowych, przy czym jedna została wyłączona ok. 30 lat temu z ruchu samochodowego, a druga jest czynną drogą wojewódzką. Rezultaty badań wskazały istotny wpływ aktualnych zanieczyszczeń komunikacyjnych na stan ekologiczny terenów przyległych, w tym wzrost zawartości metali ciężkich oraz obniżenie bioróżnorodności epifitów [H.22.].

Wyniki powyższych prac zostały opublikowane w artykułach:

- H.19. Strzyszczy Z., Rachwał M., **Kusza G.**, Łukasik A. 2010. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na powstanie anomalii magnetycznych i geochemicznych gleb na obszarach parkowo-leśnych GOP (W) Ochrona powietrza w teorii i praktyce t. 2 (red. J. Koniecznyński) Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze, 327-338.
- H.20. Kochanowska K., **Kusza G.** 2010. Wpływ zasolenia na właściwości fizykochemiczne gleb Opola w latach 1994 i 2009. *Inżynieria Ekologiczna* 23, 14-21.
- H.21. Kochanowska K., **Kusza G.** 2011. Wpływ środków chemicznych stosowanych do odśnieżania na właściwości sorpcyjne rędzin właściwych w mieście Opole. *Chemia Dydaktyka Ekologia Metrologia*, 16 (1-2), 41-45.
- H.22. Plasek V., Nowak A., Nobis M., **Kusza G.**, Kochanowska K. 2014. Effect of 30 years of road traffic abandonment on epiphytic moss diversity *Environmental Monitoring and Assessment* 186(12), 8943-8959.
- H.23. Łuczak K., **Kusza G.** 2015. The influence of coconut fibre and salts composite used for eliminating slipperiness and on roads on soils. *Ecol Chem Eng A*. 22(4), 481-488, DOI:10.2428/ecea.2015.22(4)38.
- H.24. Zawadzki J., Magiera T., Fabijańczyk P., **Kusza G.** 2012. Geostatistical 3-dimensional integration of measurements of soil magnetic susceptibility. *Environmental Monitoring and Assessment* 184(5), 3267-78.
- H.25. Wawer M., Magiera T., Ojha G., Appel E., Bućko M., **Kusza G.** 2015. Characteristics of current roadside pollution Rusing test-monitoring plots. *Science of the Total Environment* 505, 795-804.
- H.26. Wawer M., Magiera T., Ojha G., Appel E., **Kusza G.**, Hu S., Basavaiah N. 2015. Traffic-related pollutants in roadside soils of different countries in Europe and Asia, *Water Air and Soil Pollut*, 226:216, DOI 10.1007/s11270-015-2483-6.

Jednym z najważniejszych źródeł zanieczyszczeń gleb w województwie opolskim jest działalność przemysłu cementowo-wapienniczego. Szczególnie uwidacznia się to w centralnej części regionu. W trakcie procesu technologicznego przy produkcji cementu, do środowiska przyrodniczego emitowane są przede wszystkim pyły [H.29.]. Przeprowadzone na terenie opolskich cementowni badania dotyczące jakości pyłów emitowanych na poszczególnych etapach technologicznych stanowiły cenne źródło informacji o możliwości wzbogacenia gleb na terenach zlokalizowanych wokół zakładów [H.27., H.28.]. Istotnym jest również fakt ograniczonego przestrzennie zasięgu deponowanych zanieczyszczeń, co jest cechą charakterystyczną dla tej gałęzi przemysłu. Biorąc pod uwagę specyficzny - alkaiczny charakter pyłów, wskazałem na istotny ich wpływ w kształtowaniu się właściwości gleb terenów przyległych. Odnotowałem poprawę jakości gleb przede wszystkim na obszarze kompleksów leśnych, gdzie naturalny dla tych gleb odczyn klasyfikuje się od kwaśnego do słabo kwaśnego. Depozycja pyłów pochodzących z przemysłu cementowo-wapienniczego wpłynęła natomiast

na podwyższenie wartości pH do zbliżonej do odczynu obojętnego. Pomimo tego pozytywnego oddziaływania należy także mieć na uwadze wprowadzenie do środowiska przyrodniczego stosunkowo dużego ładunku metali ciężkich m.in. rtęci [H.28., H.30.]. Biorąc pod uwagę wieloletnią depozycję pyłów, zanieczyszczenia przemysłu cementowo-wapienniczego mogą stać się istotnym czynnikiem wpływającym na pogorszenie jakości gleb i wzrost ryzyka ich degradacji [H.31., H.32.].

Wyniki powyższych prac zostały opublikowane w artykułach:

- H.27. Gołuchowska B.J., **Kusza G.** 2009. Podatność magnetyczna i zawartość metali ciężkich w pyłach z cementowni stosującej metodę suchą. (W) Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN (red. Ozonka J, Pawłowska M.) 58(1), 87-95.
- H.28. Gołuchowska B., **Kusza G.** 2009. Trace elements in carbonate raw materials being used in cement and lime industry in Opole Province. (In) Biodiversity conservation and environmental protection of opencast excavations (eds. Nowak A., Czerniawska-Kusza I., Yazykova Y.), OPTN, Opole, 111-122.
- H.29. Gołuchowska B., **Kusza G.** 2010. Lime dusts as a source of environmental pollution in Opole Province, *Proceedings of ECOpole* 4(1), 43-47.
- H.30. Gołuchowska B., **Kusza G.** 2010. Rtęć w surowcach do produkcji cementu i pyłach powstających w tym procesie. (W) Rtęć w środowisku identyfikacja zagrożeń dla człowieka (Falkowska L. red.). Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 167-173.
- H.31. Gołuchowska B., **Kusza G.** 2010. Ekologiczna ocena przemysłowych źródeł emisji pyłów w województwie opolskim w aspekcie ich wpływu na gleby, (W) Problemy w ochronie środowiska w województwie opolskim w latach 2010-2020 (red. Oszańca K.), Atmoterm SA Opole, 89-102.
- H.32. **Kusza G.**, Gołuchowska B., Szewczyk M. 2016. Changes in physicochemical properties of soils in the area affected by lime industry. *Ecol Chem Eng A.* 23(4), 433-442. DOI: 10.2428/ecea.2016.23(4)3.

Opisane w przedstawionym przeze mnie osiągnięciu naukowym badania dotyczące zagrożeń jakości osadów dennych były prowadzone na różnych obiektach, jak rzeki, kanały i zbiorniki retencyjne, z największym na Opolszczyźnie Jeziorem Turawskim. Przedstawione niżej wyniki innych opublikowanych prac potwierdzają istotny wpływ zanieczyszczeń dostających się do zbiorników wodnych z obszaru zlewni. Odnotowałem m.in. bardzo dużą kumulację kadmu w osadach dennych Jeziora Turawskiego pochodzącego z obszarów Tarnowskich Gór, Zawadzkiego, czy Ozimka, gdzie zlokalizowane są zakłady przemysłu hutniczego [H.33, H.36., H.37.]. Jakość osadów dennych, a szczególnie zawartość w nich metali ciężkich wpływa istotnie na ekosystem zbiornika wodnego. W badaniach wykazano wymierny wpływ jakości osadów na stan ekologiczny ekosystemów wodnych, w tym zbiorowisk roślinnych i makrobezkręgowców bentosu [H.34., H.35.].

W przypadku rzek, należy podkreślić istotną rolę osadów dennych w kształtowaniu się gleb tarasów rzecznych - gleb aluwialnych. Zaobserwowano istotne zmiany w osadach dennych rzek wynikające z dopływu zanieczyszczeń z terenów położonych bezpośrednio powyżej miejsc ich depozycji. Wyniki analizy wykazały większą zawartość pierwiastków śladowych w osadach dennych rzeki Odry zgromadzonych jako nanos po powodzi w 1997r. w miejscowości Januszkowice (poniżej aglomeracji Kędzierzyn-Koźle), w porównaniu do wartości uzyskanych w Krapkowicach (poniżej obszaru zajętego przez grunty rolne i niewielkie miejscowości). W badaniach potwierdzono występowanie zanieczyszczeń w osadach, których wielkość umożliwia jednak wykorzystanie tych osadów do przyrodniczego zagospodarowania, np. w celu ulepszenia warunków glebowych w procesach rekultywacji gruntów, bez zagrożenia dla środowiska przyrodniczego. Analiza właściwości fizyko-chemicznych nanosów (osadów dennych) powstałych w trakcie większych powodzi jest niezbędna i powinna stanowić podstawę, na bazie której podejmowane będą decyzje odnośnie dalszego zagospodarowania terenów zalewowych i sposobu wykorzystania nanosów [H.38., H.39., H.40].

Badania dotyczące zmian właściwości chemicznych przekopu Wisły realizowałem jako główny wykonawca w ramach projektu NCN Nr DEC-2012/07/B/ST10/04080 "Określenie jakie czynniki techno lub geogenne są przyczyną anomalii magnetycznych i geochemicznych utworów ujściowych rzeki Wisły do Morza Bałtyckiego". Oprócz badań gleb, które przedstawiłem w osiągnięciu naukowym, przeprowadziłem badania osadów morskich. Stwierdzono istotną zależność jakości osadów dennych odcinka ujściowego Wisły od wielkości zanieczyszczeń transportowanych przez wody w rzece. Stosunkowo dużą zmienność w zawartości metali ciężkich, m.in. rtęci wykazano w poszczególnych sedymentach, które występują w Zatoce Gdańskiej bezpośrednio przy ujściu Wisły. Stwierdzono tu wyraźny wpływ jakości niesionego materiału przez wody Wisły zarówno w ujęciu sezonowym w ciągu roku, jak również w kilkuletnim okresie ich sedymentacji. Badania gleb powstałych w wyniku działalności człowieka - utworzenie przekopu Wisły, jak i działalności naturalnej - powódzie rzeki Wisły i cofki od Morza Bałtyckiego, potwierdziły wytworzenie specyficznych gleb na terenach przyległych do odcinka ujściowego przekopu Wisły. W trakcie badań zidentyfikowano poziomy genetyczne gleb typowe dla gleb antropogenicznych, wskazując na istotny udział działalności człowieka na kształtowanie procesów pedogenicznych [H.41., H.42].

Nowym podejściem w ocenie ekologicznej osadów dennych były prace prowadzone na obiekcie Turznice, gdzie wykonane pomiary podatności magnetycznej wskazały miejsca o potencjalnej kumulacji metali ciężkich. Zastosowana metoda magnetometryczna,

ze względu na precyzję oraz możliwość wykonania stosunkowo dużej ilości pomiarów w krótkim czasie, pozwala na wykorzystanie jej w ocenie zagrożeń osadów dennych, które wpływają na jakość ekosystemów wodnych, ograniczając ilość kosztochłonných analiz chemicznych [H43].

Wyniki powyższych prac zostały opublikowane w artykułach:

- H.33. Wiatkowski M., Ciesielczuk T., **Kusza G.** 2005. Zawartość niektórych metali ciężkich w osadach dennych wybranych zbiorników retencyjnych. *Proceedings ECOpole'05* (red. M.Wałcawek, W.Wałcawek), TCHIE, Opole, 473-477.
- H.34. Czerniawska-Kusza I., **Kusza G.** 2003. Zespół makrobezkręgowców jako wskaźnik akumulacji metali w osadach dennych rzek. (W) *Obieg pierwiastków w przyrodzie: bioakumulacja-toksyczność-przeciwdziałanie* (red. B. Gworek, J. Misiak) Instytut Ochrony Środowiska Warszawa, t. II, 384-388.
- H.35. Ciesielczuk T., **Kusza G.**, Czerniawska-Kusza I. 2005. Zawartość metali ciężkich w osadach dennych i możliwość ich bioakumulacji w roślinach. (W) *Obieg pierwiastków w przyrodzie: bioakumulacja-toksyczność-przeciwdziałanie* (red. B. Gworek) Instytut Ochrony Środowiska Warszawa, t. III, 403-406.
- H.36. Ciesielczuk T., **Kusza G.** 2007. Metale ciężkie w osadach dennych zbiornika zaporowego Jezioro Turawskie, *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* **31**, 503-506.
- H.37. Wiatkowski M., Ciesielczuk T., **Kusza G.** 2008. Occurrence of some heavy metals in waters and bottom sediments in two small dam reservoirs, *Ecological Chemistry and Engineering A*, **15(12)**, 1369-1376.
- H.38. Ciesielczuk T., **Kusza G.** 2008. Zanieczyszczenie wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) gleb zalanych wodami powodziowymi. (W) *Zarządzanie Kryzysowe - ochrona przed powodzią (rozwiązania praktyczne)* (red. Czamara W., Wiatkowski M.) Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi Uniwersytet Opolski, 179-190.
- H.39. Ciesielczuk T., **Kusza G.**, Karwaczyńska U. 2011. Przyrodnicze wykorzystanie osadów dennych w świetle obowiązujących przepisów. *Rocznik Ochrona Środowiska* **13**, 1327-1338.
- H.40. Ciesielczuk T., **Kusza G.** 2013. Rtęć i inne metale ciężkie w kompostach i osadach dennych w aspekcie ich przyrodniczego wykorzystania. (W) *Rtęć w środowisku. Identyfikacja zagrożeń dla zdrowia człowieka* (red. Falkowska E.), 91-95.
- H.41. 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. *Soil Science Annual* **66(2)**, 67-74.
- H.42. Łęczyński L., **Kusza G.**, Kłostowska Ż., Kubowicz-Grajewska A., Hulisz P., Ossowski T., Zarzeczkańska D., Figiel T. 2016. Rtęć w osadach warstwy powierzchniowej przekopu Wisły. (W) *Rtęć w środowisku. Identyfikacja zagrożeń dla zdrowia człowieka* (Falkowska L. red.) Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, 53-58.

- H.43. Mendyk Ł., Hulisz P., **Kusza G.**, Świtoniak M., Gersztyn L., Kalisz B. 2016. Sediment origin and pedogenesis in former mill pond basin of Turznice. *Bulletin of Geography: Physical Geography Series* 11 (1), 55-69, DOI:10.1515/bgeo-2016-0015.

Górnictwo odkrywkowe należy do tych gałęzi przemysłu, która wymiennie wpływa na zmiany powierzchni Ziemi poprzez jej degradację, a często dewastację. Wymusza to prowadzenie wielu prac związanych z naprawą szkody w środowisku i przywróceniem tych obszarów do użyteczności. Takim działaniem są prace rekultywacyjne na terenach zdegradowanych i zdewastowanych powstałych w wyniku odkrywkowego górnictwa surowców węglanowych [H44., H.49.]. W pracach przeprowadzonych na terenie Kopalni Wapienia Tarnów Opolski, w pierwszym etapie wykonałem badania gruntów powstałych na zwałowiskach wewnętrznych. Ze względu na potrzebę zagospodarowania zwałowiska w kierunku leśnym, przeprowadziłem prace doświadczalne mające na celu wskazanie działań zmierzających do przygotowania najlepszego podłoża dla wzrostu i życia roślin. Na zwałowisku wydzielono powierzchnie doświadczalne z aktualnie zdeponowanymi odpadami wydobywczymi. Jednocześnie w pozostałej części zwałowiska, bezpośrednio na powierzchnię wprowadzono 40 cm warstwę urodzajną. Następnie wykonano nasadzenia roślinności drzewiastej o tym samym składzie gatunkowym i udziale procentowym na wszystkich poletkach. W wyniku kilkuletnich doświadczeń stwierdziłem, iż uprawa leśna na powierzchni z warstwą humusu charakteryzowała się bardzo dobrymi przyrostami i udatnością w pierwszych 3 latach po założeniu uprawy, w przeciwieństwie do roślin wprowadzonych bezpośrednio na odpadach wydobywczych, gdzie stwierdzono stosunkowo niewielkie przyrosty roczne drzew, jak również dużą ilość uschniętych drzew [H.47]. W celu poprawy jakości gleb inicjalnych wytworzonych na zwałowiskach przeprowadzono badania dotyczące możliwości zastosowania osadów ściekowych, czy kompostów. Prace doświadczalne potwierdziły przydatność tych odpadów zawierających stosunkowo dużą ilość węgla organicznego jako czynnika stymulującego procesy glebotwórcze na powierzchniach wyjałowionych, z zachwianą równowagą jonową [H.45., H.46., H.50.]. Kolejnym ważnym zagadnieniem badawczym było wskazanie jakie zmiany zachodzą w powstałych na zwałowiskach glebach inicjalnych antropogenicznych, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu roślin wprowadzonych podczas rekultywacji biologicznej. Prace te przeprowadziłem na terenie kopalni wapienia Górażdże i Tarnów Opolski. Stwierdziłem tu wyraźnie pozytywny wpływ istniejącej roślinności wysokiej na jakość gleby, a zwłaszcza olszy czarnej *Alnus glutinosa* L. wprowadzonej jako gatunek fitomelioracyjny, dający dużą ilość biomasy z opadających liści, a także wzbogacających

podłoże w azot. Badania i prace doświadczalne realizowałem w okresie od 1997r. do dnia dzisiejszego na podstawie umowy o współpracy, zawartej pomiędzy Uniwersytetem Opolskim, a koncernem Heidelberg Cement SA i Zakładami Wapienniczymi Lhoist SA, które prowadzą na tych terenach działalność górnictw [H.48., H.51.].

Wyniki powyższych prac zostały opublikowane w artykułach:

- H.44. **Kusza G.**, Dużyński M. 2004. Stan zachowania gatunków drzew rosnących na rekultywowanych powierzchniach wyrobisk Śląskich Zakładów Przemysłu Wapienniczego OPOLWAP S.A., *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu w Zielonej Górze*, **131**, 219-227.
- H.45. **Kusza G.** 2006. Wpływ nawożenia mineralnego oraz zastosowania osadów ściekowych na wybrane właściwości zwałowisk po eksploatacji wapieni, *Roczniki Gleboznawcze* 57 (1/2), 124-130.
- H.46. Ciesielczuk T., **Kusza G.** 2009. Zawartość metali ciężkich w kompostach z odpadów jako czynnik ograniczający ich wykorzystanie do celów nawozowych, *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* **41**, 347-354.
- H.47. **Kusza G.**, Filipiak B. 2006. Impact of arborescent vegetation applied to biological reclamation of waste heaps on process of anthropogenic soil formation, (In) Biodiversity of quarries and pits (eds. Nowak A, & Hebda G.) OPTN, Opole, 183-189.
- H.48. **Kusza G.** 2007. Zmiany wybranych właściwości fizyko-chemicznych zwałowisk poeksploatacyjnych Kopalni Wapieni Strzelce Opolskie i Kamień Śląski, pod wpływem roślinności wysokiej. (W) Ochrona środowiska na uniwersyteckich studiach przyrodniczych (red. Cz. Rosik-Dulewska, M. Głowacki) Uniwersytet Opolski, Opole, 241-248.
- H.49. **Kusza G.** 2007. Рекультивация и благоустройство грунтов как фактор, обуславливающий развитие истощенных областей на примере Польши. (W) Проблемы охраны окружающей среды в условиях демократического строя на примере Таджикистана и Польши, как члена Европейского Союза (ред. Г. Клыс, О. Рахмонов, Б. В. Волошин), Общество Охраны Природы БиОС, Opole, 119-124.
- H.50. **Kusza G.**, Gołuchowska B. 2009. Selected physico-chemical properties of grounds in the area of the Góraźdze Limestone Mine excavations (In) Biodiversity conservation and environmental protection of opencast excavations (eds. Nowak A., Czerniawska-Kusza I., Yazykova Y.) OPTN, Opole, 99-110.
- H.51. **Kusza G.** 2015. Optimisation processes of the restoration of degraded land resulting from the activities of opencast mining of limestone. (In) Innovations in agri-food industry (ed. Słodczyk J.), Uniwersytet of Opole, Opole pp. 136-154.

## 6. Podsumowanie dorobku naukowego

Moją działalność naukową, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, można podsumować 80 publikacjami; w tym 22 artykułami w czasopismach z listy filadelfijskiej, 8 monografiami, 50 publikacjami w recenzowanych czasopismach oraz 11 streszczeniami w materiałach konferencyjnych. Biorąc pod uwagę liczbę autorów opublikowałem 8 prac mono autorskich i 72 prace zespołowe.

Zestawienie dorobku z uwzględnieniem oceny punktowej czasopism listy MNiSW według roku wydania (25.03.2019 r.)

Wydawnictwo	Język publikacji*	Liczba prac	IF	Punkty wg MNiSW	
				ind. za czasopismo	suma
<b>Czasopisma naukowe posiadające współczynnik IF i indeksowane w bazie Web of Science</b>					
<i>Environmental Toxicology</i>	A	2	2,955	32+32	64
<i>Environmental Monitoring and Assessment</i>	A	3	4,671	20+20+25	65
<i>Archives of Environmental Protection</i>	A	2	0,950	13+15	28
<i>Water Air and Soil Pollution</i>	A	2	3,108	25+25	50
<i>Rocznik Ochrona Środowiska</i>	P	1	0,162	15	15
<i>Science of the Total Environment</i>	A	1	4,099	40	40
<b>Czasopisma naukowe nieposiadające współczynnika IF</b>					
<i>Journal of Ecological Engineering</i>	A	2	-	12+12	24
<i>Rocznik Ochrona Środowiska</i>	P	1	-	6	6
<i>Ecological Chemistry and Engineering A</i>	A	5	-	11+11+9+9+9	49
<i>Soil Science Annual</i>	A	1	-	14	14
	P	2	-	6+6	12
<i>Polish Journal of Environmental Studies 13, S.III</i>	A	1	-	10	10
<i>Proceedings of ECOpole</i>	A	8	-	6+5+5+6+5+6+9	42
<i>Bulletin of Geography: Physical Geography Series</i>	A	1	-	13	13
<i>Zeszyty Naukowe Uniwersytetu w Zielonej Górze, Inżynieria Środowiska</i>	P	2	-	-	-
<i>Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych</i>	P	5	-	6+6+6+6+5	29
<i>Inżynieria Ekologiczna</i>	P	1	-	6	6
<i>Chemia Dydaktyka Ekologia Metrologia</i>	P	1	-	9	9
<i>Geology Geophysics &amp; Environment</i>	A	1	-	5	5
<i>Polish Journal for Sustainable Development</i>	A	1	-	6	6
<i>Proceeding of SECOTOX Conference and the International Conference on Environmental Management Engineering, Planning and Economics</i>	A	1	-	1	1
<b>Inne</b>					
Monografie naukowe (współautor)	A	2	-	24+24	48
	P	3	-	12+20+24	56
	R	1	-	12	12



Monografie naukowe (redaktor)	P	1	-	3	3
	R	1	-	3	3
Rozdziały w monografiach	A	6	-	10+10+7 +7+7+7	48
	P	20	-	56	56
	R	2	-	3+3	6
<b>Łącznie</b>		<b>80</b>	<b>15,945</b>	-	<b>720</b>

\*- P –język polski, A –język angielski, R- język rosyjski

Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego (25.03.2019 r.)

Wyszczególnienie	Przed doktoratem	Po doktoracie	Ogółem
<b>Prace publikowane</b>			
Oryginalne prace twórcze na podstawie badań własnych (wydane w czasopismach naukowych recenzowanych)	5	80	85
Artykuły popularno-naukowe	14	0	14
Streszczenia w materiałach konferencyjnych	4	11	15
<b>Razem</b>	<b>23</b>	<b>91</b>	<b>114</b>
W tym prace twórcze na podstawie badań własnych w języku:			
angielskim	1	39	40
polskim	4	37	41
rosyjskim	-	4	4
<b>Razem</b>	<b>5</b>	<b>80</b>	<b>85</b>

**Indeks Hirscha** według bazy:

Web of Science: 7

Scopus: 7

**Liczba cytowań publikacji** według bazy:

Web of Science: 167, bez autocytowań: 151

Scopus: 191, bez autocytowań: 178

Sumaryczny **IF = 15,945**, suma punktów MNiSW = 720.

Od 2004 r., tj. po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, brałem czynny udział w 11 projektach badawczych, w tym w czterech byłem kierownikiem, w siedmiu wykonawcą lub głównym wykonawcą.

Rektor Uniwersytetu Opolskiego przyznał mi siedmiokrotnie nagrodę za aktywność naukowo-badawczą oraz za działalność na rzecz Wydziału Przyrodniczo-Technicznego Uniwersytetu Opolskiego:

2004 - Nagroda Rektora Uniwersytetu Opolskiego za działalność naukową w roku 2003/2004,

2010 - Nagroda Rektora Uniwersytetu Opolskiego za działalność naukową w roku 2009/2010,

2012 - Nagroda Rektora Uniwersytetu Opolskiego za działalność naukową w roku 2011/2012,

2014 - Nagroda Rektora Uniwersytetu Opolskiego za działalność naukową w roku 2013/2014,

2016 - Nagroda Rektora Uniwersytetu Opolskiego za działalność naukową w roku 2015/2016,  
2017 - Nagroda Rektora Uniwersytetu Opolskiego za działalność naukową w roku 2016/2017.

Badania realizowane w ramach grantów były finansowane, m.in. ze środków:

- Komitetu Badań Naukowych,
- Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego,
- Ministerstwa Spraw Zagranicznych,
- Narodowego Centrum Nauki.

W ramach realizowanych grantów współpracowałam, m.in. z naukowcami z Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Gdańskiego, Uniwersytetu im Mikołaja Kopernika w Toruniu, Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze, Uniwersytetu w Tybindze (Niemcy), Uniwersytetu Arystotelesa w Salonikach (Grecja), Uniwersytetu w Ostrawie i Ołomuńcu (Czechy) i Narodowego Uniwersytetu w Duszanbe (Tadżykistan).

Aktywnie uczestniczyłem w 93 konferencjach krajowych i międzynarodowych, gdzie prezentowałem wyniki moich badań, zarówno w formie referatów – 56 razy i posterów - 64.

Byłem recenzentem dziewięciu artykułów naukowych dla czasopism: *Archives of Environmental Protection, Ecological Chemistry and Engineering S, Environmental Management, Soil Science Annual, Chemosphere*.

Uczestniczyłem w jednym stażu naukowym w Instytucie Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze oraz czterech krajowych stażach zawodowych organizowanych we współpracy z przedsiębiorcami Opolszczyzny i finansowanych ze środków Unii Europejskiej. Uczestniczyłem także w pięciu wyjazdach zagranicznych o charakterze naukowo-szkoleniowym. Ponadto brałem udział, jako kierownik lub uczestnik, w szesnastu ekspedycjach naukowych realizowanych na obszarze Azji, Afryki i Ameryki Południowej.

Jestem współautorem trzech prac wdrożeniowych dotyczących rekultywacji wyrobisk odkrywkowych surowców węglanowych, a także jednego wdrożenia dotyczącego nowoczesnej metody usuwania śliskości z jezdni. Ponadto byłem koordynatorem czternastu prac – ekspertyz (zleconych) na zamówienie samorządu terytorialnego, dotyczących badań jakości gleb.

Jestem współautorem jednego patentu - PL398752-A1; PL218825-B1 pt. Kompozycja usuwająca oblodzenia i zapobiegająca zamarzaniu.

