

Załącznik 3 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Autoreferat

Dr inż. Anna Maria Podlasek

**Katedra Rewitalizacji i Architektury
Instytut Inżynierii Lądowej
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

Warszawa, 2023 rok

Spis treści

1. Dane osobowe	4
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	4
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych	5
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) ...	5
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	5
4.2. Zestawienie publikacji składających się na osiągnięcie naukowe oraz uzasadnienie indywidualnego wkładu merytorycznego	6
4.3. Przesłanki do podjęcia tematyki badawczej wskazanej w osiągnięciu naukowym....	11
4.4. Omówienie prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego oraz najważniejszych wyników	14
4.5. Określenie znaczenia wyników dla rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka	24
4.6. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych z podziałem na okres przed i po uzyskaniu stopnia doktora.....	29
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	32
5.1. Współpraca międzynarodowa.....	32
5.1.1. Współpraca publikacyjna w międzynarodowym zespole autorów	32
5.1.2. Udział w projektach międzynarodowych.....	33
5.1.3. Udział w konferencjach zagranicznych	34
5.1.4. Zagraniczne staże naukowe i badawcze wyjazdy terenowe	34
5.1.5. Zagraniczne panele eksperckie	36
5.1.6. Udział w komitetach redakcyjnych zagranicznych czasopism naukowych	36
5.1.7. Rola Guest Editora w wydaniach specjalnych czasopism naukowych.....	36

5.1.8. Recenzje zagranicznych artykułów naukowych	37
5.2. Współpraca krajowa	37
5.2.1. Współpraca publikacyjna z krajowymi jednostkami naukowo-badawczymi... 37	
5.2.2. Udział w projektach krajowych	37
5.2.3. Udział w konferencjach krajowych	38
5.2.4. Opracowane ekspertyzy i opinie.....	38
5.2.5. Opieka naukowa.....	38
5.2.6. Przynależność do organizacji i stowarzyszeń	38
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	39
6.1. Osiągnięcia dydaktyczne	39
6.1.1. Prowadzone zajęcia dydaktyczne	39
6.1.2. Promotorstwo prac inżynierskich i magisterskich	40
6.1.3. Recenzje prac inżynierskich i magisterskich	41
6.1.4. Opieka nad praktykantami i stażystami	43
6.1.5. Koordynacja projektów dydaktycznych	43
6.2. Osiągnięcia organizacyjne	43
6.2.1. Pełnione funkcje organizacyjne na Uczelni	43
6.2.2. Udział w komitetach organizacyjnych.....	43
6.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę lub sztukę	44
7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej	44
7.1. Udział w szkoleniach i warsztatach.....	44
7.2. Dyplomy i wyróżnienia	45
7.3. Dane naukometryczne.....	46

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko: Anna Maria Podlasek

Nazwisko rodowe: Sieczka

Data urodzenia: 26.09.1989

ORCID: 0000-0003-0326-5672

Scopus ID: 56115428200

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

18.07.2018 – **doktor inżynier**, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Dziedzina: nauki rolnicze

Dyscyplina: ochrona i kształtowania środowiska

Tytuł rozprawy doktorskiej: „**Migracja związków azotu pochodzenia nawozowego w środowisku gruntowo-wodnym**”

Promotor: dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. SGGW

Promotor pomocniczy: dr Filip Bujakowski

Recenzent 1: dr hab. Andrzej Białowiec, prof. nadzw. UPWr

Recenzent 2: doc. Mgr. Ing. Magdalena Daria Vaverková, Ph.D., prof. nadzw. Uniwersytetu Mendla w Brnie

Wyróżnienie rozprawy doktorskiej zgodnie z Uchwałą Rady Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 18.07.2018 r.

18.07.2013 – **magister inżynier**, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Kierunek: inżynieria środowiska

Tytuł pracy magisterskiej: „**Sprawdzanie stanów granicznych budowli piętrzących wodę według Eurokodu 7**”

Promotor: prof. dr hab. inż. Kazimierz Garbulewski

17.02.2012 – **inżynier**, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Kierunek: inżynieria środowiska

Tytuł pracy inżynierskiej: „**Analiza zachowania się uszczelnień składowisk odpadów**”

Promotor: prof. dr hab. inż. Kazimierz Garbulewski

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

- 01.10.2019 – obecnie **Adiunkt badawczo-dydaktyczny**, Katedra Rewitalizacji i Architektury, Instytut Inżynierii Lądowej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; od 01.01.2021 – **Kierownik Katedry Rewitalizacji i Architektury**
- 01.02.2019–30.09.2019 **Adiunkt badawczo-dydaktyczny**, Katedra Geoinżynierii, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- 27.02.2017 – 31.01.2019 **Asystent badawczo-dydaktyczny**, Katedra Geoinżynierii, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- 03.10.2013 – 30.09.2015 **Asystent naukowy**, Katedra Geoinżynierii, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Jako podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego zgłaszam osiągnięcie naukowe pt.:

„Integracja analiz chemometrycznych i modelowania numerycznego w rozpoznawaniu zagrożeń środowiskowych na obszarach narażonych na zanieczyszczenie ze źródeł antropogenicznych”,
obejmujące cykl powiązanych tematycznie 10 publikacji.

W przedstawionym wykazie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, 7 spośród 10 publikacji zostało przygotowanych w ramach realizacji kierowanego przeze mnie projektu pt. *„Analiza procesów migracji zanieczyszczeń w środowisku gruntowo-wodnym z wykorzystaniem badań laboratoryjnych oraz technik modelowania numerycznego*, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium 13 w okresie 21.02.2018 - 20.11.2021.

Wskazane osiągnięcie naukowe uzupełnia mój całościowy dorobek publikacyjny w postaci **65 prac naukowych** (46 po uzyskaniu stopnia doktora). W wykazie publikacji wskazanych w osiągnięciu naukowym uwzględniłam tylko te, w których mój wkład własny został oszacowany na co najmniej 50%. **Wszyscy pozostali współautorzy potwierdzili pisemnie w formie Oświadczeń ich własny wkład do tych prac.**

Łączna liczba punktów za publikacje wskazane do osiągnięcia habilitacyjnego wynosi **925** (zgodnie z punktacją obowiązującą dla roku publikacji). Sumaryczny IF tych publikacji wynosi **30,114**. IF-5 letni wynosi **32,798**. Łączna liczba cytowań publikacji wskazanych do

osiągnięcia, zgodnie z bazą Web of Science, wynosi **60 (51 bez autocytowań)**. Zgodnie z bazą Scopus liczba cytowań wskazanych publikacji wynosi **64 (44 bez autocytowań)**. Zgodnie z Google Scholar, liczba cytowań publikacji wskazanych do osiągnięcia wynosi **88**.

Szczegółowe zestawienie wskaźników naukometrycznych i cytowań przedstawiłam w Wykazie Osiągnięć (Załącznik 4, pkt. IV – Dane naukometryczne).

W Autoreferacie i Wykazie Osiągnięć przedstawiłam wskaźniki i cytowania zgodnie ze stanem faktycznym na dzień 14.09.2023 r.

4.2. Zestawienie publikacji składających się na osiągnięcie naukowe oraz uzasadnienie indywidualnego wkładu merytorycznego

Artykuły w czasopismach:

- [A1] **Podlasek, A., Vaverková, M., Koda, E., Jakimiuk, A., & Martínez Barroso, P. (2023).** Characteristics and pollution potential of leachate from municipal solid waste landfills: Practical examples from Poland and the Czech Republic and a comprehensive evaluation in a global context. *Journal of Environmental Management*, 332, 117328, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117328>.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 200

IF (wg roku publikacji): 8,7

IF_{5-letni}: 8,4

Cytowania WoS: 3

Cytowania Scopus: 4

Cytowania Google Scholar: 8

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji pracy i metodyki, udział w badaniach terenowych, redakcję tekstu manuskryptu, wykonanie analiz monitoringu odcieków, analizę statystyczną, opracowanie graficzne wyników badań, przygotowanie dyskusji i wniosków oraz pozyskanie środków na realizację badań.

W pracy pełniłam rolę **autora korespondencyjnego**.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **70%**.

Badania zrealizowałam w ramach stypendium uzyskanego w 2022 r. z Własnego Funduszu Stypendialnego SGGW, które zostało przeznaczone na trzymiesięczny zagraniczny pobyt badawczy na Uniwersytecie Mendelu w Brnie.

- [A2] **Podlasek, A., Vaverková, M.D., Koda, E., Paleologos, E.K., Adamcová, D., Bilgin, A., Palm, E.R., Nissim, W.G. (2022).** Temporal variations in groundwater chemical composition of landfill areas in the vicinity of agricultural lands: a case study of the Zdounky and Petrůvky landfills in the Czech Republic. *Desalination and Water Treatment*, 275, 131-146, <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28949>.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 100

IF (wg roku publikacji): 1,1

IF_{5-letni}: 1,1

Cytowania WoS: 0

Cytowania Scopus: 0

Cytowania Google Scholar: 1

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji pracy i metodyki, udział w badaniach terenowych, redakcję tekstu manuskryptu, wykonanie analiz monitoringu wody podziemnej, opracowanie graficzne wyników badań, przygotowanie dyskusji i wniosków oraz pozyskanie środków na realizację badań.

W pracy pełniłam rolę autora korespondencyjnego.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **60%**.

Badania przedstawione w ww. artykule wykonałam w ramach realizacji projektu 2017/25/N/ST10/00909 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium 13, którego byłam kierownikiem.

- [A3] **Podlasek, A.** (2023). Modeling leachate generation: practical scenarios for municipal solid waste landfills in Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 13256–13269, <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23092-8>.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 100

IF (wg roku publikacji): 5,8

IF_{5-letni}: 5,4

Cytowania WoS: 3

Cytowania Scopus: 2

Cytowania Google Scholar: 3

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji pracy i metodyki, redakcję tekstu manuskryptu, wykonanie modelowania numerycznego, opracowanie graficzne wyników badań, opracowanie dyskusji i wniosków oraz pozyskanie środków na realizację badań.

W pracy pełniłam rolę autora korespondencyjnego.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu wynosi **100%**.

Badania przedstawione w ww. artykule wykonałam w ramach realizacji projektu 2017/25/N/ST10/00909 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium 13, którego byłam kierownikiem.

- [A4] **Podlasek, A., Jakimiuk, A., Vaverková, M.D., Koda, E.** (2021). Monitoring and Assessment of Groundwater Quality at Landfill Sites: Selected Case Studies of Poland and the Czech Republic. *Sustainability*, 13(14), 7769, <https://doi.org/10.3390/su13147769>.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 100

IF (wg roku publikacji): 3,251

IF_{5-letni}: 4,0

Cytowania WoS: 16
Cytowania Scopus: 18
Cytowania Google Scholar: 20

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji pracy i metodyki, redakcję tekstu manuskryptu, udział w badaniach terenowych, interpretację i dyskusję wyników, opracowanie graficzne wyników badań, analizy statystyczne, przygotowanie wniosków oraz pozyskanie środków na realizację badań.

W pracy pełniłam rolę **autora korespondencyjnego**.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **70%**.

Badania przedstawione w ww. artykule wykonałam w ramach realizacji projektu 2017/25/N/ST10/00909 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium 13, którego byłam kierownikiem.

- [A5] **Podlasek, A., Koda, E., Vaverková, M.** (2021). The Variability of Nitrogen Forms in Soils Due to Traditional and Precision Agriculture: Case Studies in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), <http://doi.org/10.3390/ijerph18020465>.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 140
IF (wg roku publikacji): 4,614
IF_{5-letni}: 4,799
Cytowania WoS: 7
Cytowania Scopus: 9
Cytowania Google Scholar: 12

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji pracy i metodyki, redakcję tekstu manuskryptu, udział w badaniach terenowych i laboratoryjnych, interpretację i dyskusję wyników, opracowanie graficzne wyników badań, analizy statystyczne, modelowanie przestrzennego rozkładu związków azotu w glebie, przygotowanie wniosków oraz pozyskanie środków na realizację badań.

W pracy pełniłam rolę **autora korespondencyjnego**.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **80%**.

Badania przedstawione w ww. artykule wykonałam w ramach realizacji projektu 2017/25/N/ST10/00909 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium 13, którego byłam kierownikiem.

Badania wstępne zaprezentowane w artykule wykonałam w ramach projektu POIG.01.03.01-14-041/12 - „*BIOPRODUKTY, innowacyjne technologie wytwarzania prozdrowotnych produktów piekarskich i makaronu o obniżonej kaloryczności*”, Zadanie 3: „*Monitorowanie wybranych elementów środowiska*”

naturalnego w produkcji zbóż z wykorzystaniem narzędzi rolnictwa precyzyjnego”, w którym pełniłam rolę asystenta naukowego.

- [A6] **Podlasek, A.**, Bujakowski, F., Koda, E. (2020). The spread of nitrogen compounds in an active groundwater exchange zone within a valuable natural ecosystem. *Ecological Engineering*, 146, 105746, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105746>.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 100

IF (wg roku publikacji): 3,8

IF_{5-letni}: 4,3

Cytowania WoS: 10

Cytowania Scopus: 11

Cytowania Google Scholar: 14

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji pracy i metodyki, redakcję tekstu manuskryptu, udział w badaniach terenowych i laboratoryjnych, interpretację i dyskusję wyników, opracowanie graficzne wyników badań, modelowanie numeryczne przepływu wody podziemnej i migracji związków azotu oraz pozyskanie środków na realizację badań.

W pracy pełniłam rolę **autora korespondencyjnego**.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **60%**.

Badania przedstawione w ww. artykule wykonałam w ramach realizacji projektu 2017/25/N/ST10/00909 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium 13, którego byłam kierownikiem.

Badania wstępne wykonałam w ramach projektu POIG.01.03.01-14-041/12 - „*BIOPRODUKTY, innowacyjne technologie wytwarzania prozdrowotnych produktów piekarskich i makaronu o obniżonej kaloryczności*”, Zadanie 3: „*Monitorowanie wybranych elementów środowiska naturalnego w produkcji zbóż z wykorzystaniem narzędzi rolnictwa precyzyjnego*”, w którym pełniłam rolę asystenta naukowego.

- [A7] **Vaverková, M.D.**; Adamcová, D.; Winkler, J.; Koda, E.; Červenková, J.; **Podlasek, A.** (2019). Influence of a Municipal Solid Waste Landfill on the Surrounding Environment: Landfill Vegetation as a Potential Risk of Allergenic Pollen. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 5064, <https://doi.org/10.3390/ijerph16245064>.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 140

IF (wg roku publikacji): 2,849

IF_{5-letni}: 4,799

Cytowania WoS: 7

Cytowania Scopus: 9

Cytowania Google Scholar: 12

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował analizy formalne dotyczące zastosowania technik analitycznych i statystycznych w celu syntezy i interpretacji wyników badań, udział w opracowaniu graficznym uzyskanych wyników oraz pozyskanie środków na realizację badań.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **50%**.

Część badań przedstawionych w ww. artykule wykonałam w ramach realizacji projektu 2017/25/N/ST10/00909 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium 13, którego byłam kierownikiem.

Rozdziały w monografiach:

- [B1] **Podlasek, A.**, Jakimiuk, A., Vaverková, M.D., Koda, E. (2023). A comparative analysis of leachate quality from municipal solid waste landfills: case studies from Poland and the Czech Republic. Proceedings of the 9ICEG, 9th International Congress on Environmental Geotechnics, 25-28 June 2023, Chania, Greece, Volume: 4, 315-323, <https://doi.org/10.53243/ICEG2023-149>.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 5

IF (wg roku publikacji): -

IF_{5-letni}: -

Cytowania WoS: 0

Cytowania Scopus: 0

Cytowania Google Scholar: 0

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji pracy i metodyki, redakcję tekstu manuskryptu, udział w badaniach terenowych i laboratoryjnych, interpretację i dyskusję wyników, opracowanie graficzne wyników badań oraz sformułowanie wniosków.

W pracy pełniłam rolę **autora korespondencyjnego**.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **70%**.

- [B2] Koda, E., **Podlasek, A.**, Vaverková, M.D., Barroso, P.M. (2023). Sulfate Contamination in Groundwater Nearby Reclaimed Waste Management Site: Case Study. In: Yukselen-Aksoy, Y., Reddy, K.R., Agnihotri, A.K. (eds) Sustainable Earth and Beyond. EGRWSE 2022. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 370, 493-501, Springer, Singapore, https://doi.org/10.1007/978-981-99-4041-7_44.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 20

IF (wg roku publikacji): -

IF_{5-letni}: -

Cytowania WoS: 0

Cytowania Scopus: 0

Cytowania Google Scholar: 0

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji pracy i metodyki, redakcję tekstu

manuskryptu, interpretację i dyskusję wyników, opracowanie graficzne wyników badań oraz sformułowanie wniosków.

W pracy pełniłam rolę **autora korespondencyjnego**.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **50%**.

- [B3] **Sieczka, A., Koda, E., Miskowska, A., Osiński, P. (2019)**. Identification of Processes and Migration Parameters for Conservative and Reactive Contaminants in the Soil-Water Environment. In: Zhan L., Chen Y., Bouazza A. (eds) Proceedings of the 8th International Congress on Environmental Geotechnics Volume 1. ICEG 2018. Environmental Science and Engineering. Springer, Singapore, https://doi.org/10.1007/978-981-13-2221-1_60.

Punkty MEiN (wg roku publikacji): 20

IF (wg roku publikacji): -

IF_{5-letni}: -

Cytowania WoS: 6

Cytowania Scopus: 4

Cytowania Google Scholar: 11

Mój wkład merytoryczny w powstanie publikacji obejmował sformułowanie problemu badawczego, wykonanie badań laboratoryjnych, analizę i interpretację wyników, dyskusję i wnioskowanie, pozyskanie środków na realizację badań oraz redakcję tekstu manuskryptu.

W pracy pełniłam rolę **autora korespondencyjnego**.

Wkład własny w powstanie ww. artykułu oceniam na **70%**.

Badania przedstawione w ww. artykule wykonano w ramach realizacji projektu 2017/25/N/ST10/00909 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium 13, którego byłam kierownikiem.

4.3. Przesłanki do podjęcia tematyki badawczej wskazanej w osiągnięciu naukowym

„Integracja analiz chemometrycznych i modelowania numerycznego w rozpoznawaniu zagrożeń środowiskowych na obszarach narażonych na zanieczyszczenie ze źródeł antropogenicznych”

Środowisko gruntowo-wodne jest niezwykle istotnym elementem środowiska naturalnego, odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu dostępu do wody pitnej, utrzymaniu równowagi ekosystemów, czy wspieraniu różnorodności biologicznej. Liczne doniesienia naukowe wskazują, że coraz więcej obszarów narażonych jest na zanieczyszczenia, pochodzące głównie ze źródeł antropogenicznych

Badania naukowe z ostatnich lat wskazują, że wraz z postępującym rozwojem gospodarczym, do wód gruntowych przedostają się zanieczyszczenia, głównie z przemysłu i rolnictwa, powodując pogorszenie ich jakości, co zagraża bezpośrednio bezpieczeństwu ludzi

i przyrody. Liczne prace wskazują, że działania antropogeniczne, w tym industrializacja, górnictwo, szerokie wykorzystanie potencjalnie niebezpiecznych substancji chemicznych w rolnictwie, nieefektywne użytkowanie gruntów, niezachowanie standardów sanitarnych, czy nadmierne zużycie wody, mają negatywny wpływ na jakość wód podziemnych, a w efekcie na zdrowie i czasem nawet na życie ludzi.

Przemysł chemiczny, związany z produkcją i przetwarzaniem toksycznych i niebezpiecznych chemikaliów jest znaczącym czynnikiem zagrożenia dla środowiska gruntowo-wodnego, w szczególności mając na uwadze sytuacje awaryjne, których wystąpienia, nawet przy zastosowaniu najlepszych rozwiązań technologicznych, nie można wykluczyć, tj. uwalnianie zanieczyszczeń płynnych, czy powstawanie odpadów w zakładach przemysłu chemicznego. Ponadto, przemysł górniczy, zwłaszcza w przypadku wydobywania surowców mineralnych, może wprowadzać szkodliwe substancje do wód gruntowych poprzez odpady, osady i substancje używane w procesach wydobywczych.

Transport może być źródłem uwalniania olejów silnikowych, paliw i substancji chemicznych z pojazdów mechanicznych, a także może powodować powstawanie związków, które osadzają się na powierzchni ziemi, przyczyniając się do zanieczyszczenia gruntów i wód gruntowych wzdłuż szlaków komunikacyjnych.

Działalność budowlana, w tym budowa osiedli mieszkaniowych i infrastruktury miejskiej, czy innych obiektów szeroko rozumianej inżynierii lądowej, może prowadzić do wprowadzania substancji zanieczyszczających do środowiska gruntowo-wodnego.

Do zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego przyczyniają się także usługi komunalne. Uwalnianie zanieczyszczeń z nieszczelnych systemów kanalizacyjnych, czy awarie oczyszczalni ścieków mogą mieć bezpośredni wpływ na wody podziemne i powierzchniowe, stanowiąc zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzi.

Urbanizacja i zwiększający się poziom konsumpcji powodują, że z roku na rok, na całym świecie rośnie ilość wytwarzanych odpadów, a zrównoważona gospodarka odpadami staje się globalnym wyzwaniem. Wiąże się z tym przede wszystkim konieczność doskonalenia praktyk zagospodarowania powstających odpadów w sposób bezpieczny dla środowiska. Pomimo ciągłego rozwoju technologicznego, dominującym sposobem unieszkodliwiania odpadów wciąż jest ich deponowanie na składowiskach odpadów. Niemniej jednak, jak wskazuje literatura naukowa, istnieje wiele udokumentowanych przypadków nieodpowiedniego składowania odpadów, które potwierdzają konieczność prowadzenia działań inżynierskich oraz rozwoju metod monitoringu w celu kontroli i ograniczenia przenikania substancji zanieczyszczających z odpadów do środowiska gruntowo-wodnego.

Deponowanie odpadów komunalnych na składowiskach stwarza wiele zagrożeń dla środowiska. Rodzi to obawy ich negatywnego wpływu, jak np.: zanieczyszczenie powietrza, gleby, wód, ryzyko pożarów i wybuchów, emisje odorów i mikrozanieczyszczeń do atmosfery, degradacja roślinności oraz ryzyko dla zdrowia ludzkiego. Wiele starych, niezabezpieczonych składowisk odpadów nie spełnia wymagań technicznych dotyczących ochrony przed emisją zanieczyszczeń, co może negatywnie wpływać na środowisko i zdrowie człowieka. Również w przypadku zabezpieczonych składowisk odpadów, gdzie masa odpadów jest izolowana od otoczenia warstwami uszczelniającymi, w wyniku awarii może dojść do niekontrolowanej emisji zanieczyszczeń do środowiska (np. z powodu starzenia się materiału), a w rezultacie środowisko gruntowo-wodne może zostać zanieczyszczone odciekami ze składowiska.

Z problematyką składowania odpadów nierozdzielnie wiąże się konieczność monitoringu poszczególnych komponentów środowiska z wykorzystaniem odpowiednio

zaprojektowanej sieci obserwacyjnej w celu kontroli zmian jakości poszczególnych elementów środowiska. Poza negatywnym oddziaływaniem odcieków, które prowadzi do licznych zagrożeń środowiskowych, składowanie odpadów powoduje między innymi degradację gleby, zarówno wskutek migracji zanieczyszczeń z wodami gruntowymi, jak i wskutek opadu pyłów na tereny przyległe do składowiska. Zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego i poprawa jakości gleby są bieżącymi i długoterminowymi problemami na świecie. Dlatego też ważna jest prawidłowo przeprowadzona rekultywacja składowisk odpadów komunalnych, w celu zrekompensowania degradacji ekosystemów. Rekultywacja minimalizuje wpływ składowiska odpadów na środowisko i jest niezbędna dla dalszego, bezpiecznego zagospodarowania i wykorzystania terenu.

Należy nadmienić także, że oprócz działania obiektów gospodarki odpadami, również praktyki rolnicze, w tym stosowanie nawozów, czy środków ochrony roślin, mogą prowadzić do uwalniania zanieczyszczeń chemicznych do gleb i wód podziemnych. Ponadto, nadmierne stosowanie nawozów w rolnictwie może zwiększać ryzyko zanieczyszczenia wody (m.in. eutrofizacja). Nie bez powodu uznaje się, że eutrofizacja, jako wynik nadmiernego użyźnienia zbiorników wodnych na skutek gromadzenia dużej ilości biogenów, staje się główną przyczyną powstawania tzw. „pustyń tlenowych”, prowadząc do zmniejszenia bioróżnorodności ekosystemów wodnych. Co więcej, wysokie stężenia azotanów w wodach podziemnych mogą powodować u ludzi methemoglobinemię oraz sinicę (*“blue-baby syndrom”*). Naukowo udowodniono również, że azotyny, poprzez tworzenie związków z aminami, wykazują bardzo silne działanie rakotwórcze.

Mając na uwadze powyższe aspekty, w celu skutecznego monitorowania i zarządzania jakością środowiska gruntowo-wodnego, konieczne jest wykorzystanie zaawansowanych technologii i praktyk badawczych. Jednym z podejść, które zdobywa coraz większe znaczenie, jest integracja analiz chemometrycznych z modelowaniem numerycznym.

Analizy chemometryczne pozwalają na precyzyjne określenie stężeń związków chemicznych obecnych w środowisku gruntowo-wodnym, a dodatkowo wsparcie badań laboratoryjnych analizami statystycznymi umożliwia kompleksową ocenę zmian badanych wskaźników i identyfikację możliwych czynników wpływających na stopień zanieczyszczenia. Jest to kluczowe dla oceny zanieczyszczenia i prognozowania możliwych zagrożeń dla środowiska i zdrowia ludzi.

Modelowanie numeryczne transportu (migracji) zanieczyszczeń, z drugiej strony, umożliwia symulację zróżnicowanych procesów zachodzących w środowisku gruntowo-wodnym, takich jak przepływ wód podziemnych, transport zanieczyszczeń, czy przemiany i reakcje chemiczne. Modelowanie pozwala na prognozowanie skutków oddziaływań antropogenicznych oraz opracowywanie strategii zarządzania środowiskiem w oparciu o wyniki symulacji.

Integracja tych dwóch technologii pozwala na uzyskanie kompleksowych informacji na temat stanu środowiska gruntowo-wodnego oraz wpływu działalności człowieka. Ponadto, umożliwia to podejmowanie skutecznych działań zapobiegawczych i zaradczych, które mają na celu ochronę środowiska.

Wśród przesłanek przemawiających za zasadnością podjęcia tematyki badawczej przedstawionej w pracach wskazanych w osiągnięciu habilitacyjnym należy podkreślić kilka kluczowych, w tym:

- **Kompleksowość problemu zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego** – Analiza problemu wymaga interdyscyplinarnego podejścia, a integracja analiz

chemometrycznych (dotyczących składu chemicznego) z modelowaniem numerycznym (symulacje procesów) pozwala uzyskać pełniejsze zrozumienie i ocenę zachowania się zanieczyszczeń;

- **Dokładność rozpoznania zanieczyszczeń** – Analizy chemometryczne pozwalają na identyfikację różnych substancji chemicznych w próbkach wód i gruntów, a integracja tych analiz z modelowaniem numerycznym umożliwia lepsze zrozumienie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i ich wpływu na środowisko;
- **Optymalizacja monitoringu** – Integracja analiz chemometrycznych i modelowania numerycznego pozwala na opracowanie optymalnych strategii monitoringu, pozwalając na efektywne wyznaczanie lokalizacji punktów pomiarowych oraz określenie częstotliwości prowadzenia badań;
- **Prognozowanie na potrzeby działań interwencyjnych** – Analizy chemometryczne w połączeniu z modelowaniem numerycznym umożliwiają ocenę istniejących i prognozowanie możliwych do wystąpienia zmian w jakości środowiska gruntowo-wodnego w oparciu o czynniki antropogeniczne, co umożliwia szybką reakcję i skuteczne działania zapobiegawcze w celu ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko;
- **Wsparcie procesów decyzyjnych** – Integracja analiz chemometrycznych i modelowania numerycznego dostarcza narzędzi analitycznych, które mogą wspomóc proces podejmowania decyzji dotyczących ochrony i zarządzania środowiskiem gruntowo-wodnym;
- **Innowacyjność i postęp technologiczny** – Integracja analiz chemometrycznych i modelowania numerycznego wpisuje się w trend badań nad rozwojem technologii i technik analitycznych oraz obliczeniowych w celu usprawnienia analiz zbiorów danych monitoringowych i czynników wpływających na jakość środowiska gruntowo-wodnego;
- **Ochrona środowiska i zdrowia ludzi** – Badanie i monitorowanie jakości środowiska gruntowo-wodnego na obszarach narażonych na zanieczyszczenia ze źródeł antropogenicznych jest kluczowe dla ochrony zdrowia ludzi i zachowania równowagi ekosystemów.

4.4. Omówienie prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego oraz najważniejszych wyników

Prace zmierzające do uzyskania zakładanego osiągnięcia naukowego były poprzedzone kompleksowym przeglądem literatury, aby rozpoznać i zrozumieć istniejące zagrożenia dla środowiska pochodzące ze źródeł antropogenicznych, metody, technologie i modele stosowane w monitoringu środowiska gruntowo-wodnego oraz związane z nimi wyzwania i osiągnięcia. Na potrzeby przygotowania publikacji wskazanych w osiągnięciu naukowym wykorzystano **587 źródeł literaturowych** obejmujących artykuły w czasopismach naukowych, rozdziały w monografiach, monografie naukowe, akty prawne oraz normy branżowe. Zestawienie sumaryczne wykorzystanych źródeł literaturowych we wskazanych publikacjach [A1-A7] oraz [B1-B3] przedstawia się następująco: [A1] – 104; [A2] – 68; [A3] – 64; [A4] – 57; [A5] – 81; [A6] – 93; [A7] – 61; [B1] – 25; [B2] – 17 oraz [B3] – 17.

Wszystkie publikacje wskazane w osiągnięciu naukowym dotyczyły badań przeprowadzonych na obszarach narażonych na zanieczyszczenie ze źródeł antropogenicznych, ze szczególnym uwzględnieniem składowisk odpadów komunalnych [A1, A2, A3, A4, A7, B1, B2] oraz terenów użytkowanych rolniczo [A5, A6, B3]. Rozpoznanie wytypowanych obszarów badawczych, ich wpływu na środowisko oraz czynników warunkujących zasięg potencjalnego

oddziaływania było możliwe dzięki kompleksowemu zakresowi analiz obejmujących badania terenowe, laboratoryjne, statystyczne oraz modelowanie numeryczne. Badania terenowe wykonane na potrzeby realizacji prac dotyczyły wizji terenowych na składowiskach odpadów w Polsce i Czechach oraz obszarach użytkowanych rolniczo w trzech różnych częściach Polski. Podczas badań terenowych wykonano wizje lokalne oraz pobrano próbki gruntów, wody, odcieków i roślinności do badań laboratoryjnych. Prace inwentaryzacyjne oraz wizje lokalne posłużyły do rozpoznania terenów składowisk odpadów i obszarów rolniczych, w tym oceny skuteczności zastosowanych systemów zabezpieczeń oraz praktyk eksploatacji i zarządzania tymi obszarami.

Obszary badawcze uwzględnione w opublikowanych pracach wskazanych do osiągnięcia naukowego obejmowały: składowisko odpadów komunalnych „Łubna” zlokalizowane we wsi Łubna w gminie Góra Kalwaria, w odległości ok. 30 km od Warszawy [A1, B2]; składowisko odpadów komunalnych „Zdounky” zlokalizowane w gminie Zdounky, w kraju zlińskim (Zlín) w Republice Czeskiej [A1, A2, A4, A7]; składowisko odpadów komunalnych Petrůvky zlokalizowane w odległości 8 km od miejscowości Třebíč w Republice Czeskiej [A2, A7, B1]; składowisko odpadów komunalnych „Radiowo” zlokalizowane na terenie gminy Stare Babice (grunty wsi Klaudyn, przy północno-zachodniej granicy Warszawy) i częściowo na terenie Warszawy (Dzielnica Bemowo) [A4, B1] oraz obszary pól uprawnych, położonych w północnej, centralnej i południowo-zachodniej części Polski [A5, A6, B3].

W ramach badań laboratoryjnych wykonano analizy właściwości fizyko-chemicznych środowiska gruntowo-wodnego [A2, A4, A5, A6, A7, B2], roślinności [A7] i odcieków ze składowisk odpadów [A1, B1] oraz parametrów migracji zanieczyszczeń [A6, B3] na potrzeby przeprowadzenia analiz chemometrycznych [A1, A2, A4, A5, A7, B1] i modelowania numerycznego [A2, A3, A5, A6].

Praca [A1] ukierunkowana była na rozpoznanie charakterystyk odcieków powstających na składowiskach odpadów komunalnych. Uzasadnieniem dla prowadzenia tego typu badań jest fakt, że odcieki uznawane są jako główne zagrożenie dla środowiska gruntowo-wodnego, wynikające z eksploatacji składowisk odpadów, ale również stanowiące zagrożenie przez wiele lat po zamknięciu składowisk. Rozpoznanie czynników warunkujących skład odcieków jest skomplikowanym zagadnieniem inżynierskim z uwagi na to, że na chemizm odcieków wpływa między innymi skład morfologiczny odpadów, ich wiek, wilgotność, temperatura w złożu odpadów, technologia formowania złoża składowiska, jak również warunki klimatyczne i meteorologiczne.

W ww. pracy przedstawiono analizę parametrów fizykochemicznych odcieków, obejmującą rozpoznanie parametrów takich jak: pH, przewodność elektrolityczna, ołów (Pb), kadm (Cd), miedź (Cu), cynk (Zn), chrom (VI) (Cr^{6+}), rtęć (Hg), nikiel (Ni), arsen (As), ogólny węgiel organiczny (OWO), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), jony amonowe (NH_4^+), chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT), biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT₅), jony chlorkowe (Cl^-), jony cyjankowe (CN^-), jony siarczanowe (SO_4^{2-}), azot ogólny, fosfor ogólny, zasolenie (TDS).

Uwzględniając potrzebę zrównoważonego gospodarowania odpadami, cele badań przedstawionych w publikacji [A1] obejmowały: ocenę i porównanie charakterystyk fizykochemicznych odcieków z wybranych składowisk odpadów w Polsce („Łubna”) i Czechach („Zdounky”), różniących się znacząco warunkami terenowymi i sposobem zarządzania tymi obiektami, 2) wykazanie zmienności wybranych parametrów odcieków w czasie i w kontekście fazy stabilizacji składowiska, 3) przedstawienie istniejących zależności

między właściwościami odcieków, oraz 4) wskazanie czynników determinujących zmienność składu odcieków.

Oprócz standardowych analiz składu fizykochemicznego odcieków, w ramach badań przedstawionych w publikacji [A1] przeprowadzono także analizę potencjału zanieczyszczającego odcieków, wyrażoną za pomocą indeksu zanieczyszczenia odcieków (**Leachate Pollution Index – LPI**). To podejście zastosowano w celu oszacowania ogólnej jakości odcieków oraz obserwacji ich zmian w czasie. Dodatkowo, umożliwiło to porównanie potencjału zanieczyszczającego odcieków pochodzących z dwóch różnych składowisk odpadów komunalnych (w Polsce i Czechach), na których zakres monitoringu obejmuje różne parametry wskaźnikowe. Różnice pomiędzy parametrami odcieków pochodzących z dwóch różnych obiektów oceniono także z wykorzystaniem technik statystycznych. W tym celu zastosowano między innymi test t-Studenta oraz testy nieparametryczne dla dwóch prób niezależnych (Test U Manna-Whitneya). W celu określenia zależności pomiędzy parametrami odcieków przeprowadzono analizę korelacji r-Pearsona. Do wyjaśnienia istniejących powiązań pomiędzy parametrami odcieków wykorzystano wielowymiarowe techniki eksploracyjne, w tym Analizę Głównych Składowych (Principal Component Analysis – PCA).

W odniesieniu do analizowanych parametrów wskaźnikowych odcieków, badania przedstawione w pracy [A1] wykazały, że pod względem pH ocieki z obu obiektów są charakterystyczne dla starych składowisk, a zakres wartości tego parametru spełnia warunki wymagane przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, jak również przy wprowadzaniu ścieków do urządzeń kanalizacyjnych, o czym stanowią zapisy obowiązujących rozporządzeń (Dz.U. 2016 poz. 1757 oraz Dz.U. 2019 poz. 1311). W przypadku parametrów odnoszących się do obecności zanieczyszczeń organicznych w odciekach, badania wykazały podwyższone wartości parametrów BZT₅, ChZT oraz OWO. W wyniku analiz stwierdzono także znacząco podwyższone stężenia jonów amonowych w odciekach z obu analizowanych obiektów, co jest typowe dla starych, ustabilizowanych składowisk odpadów. Również stężenia metali ciężkich pomierzone w odciekach pochodzących z obu składowisk wskazywały na zaawansowany stan stabilizacji składowisk, typowy dla starych obiektów. Badania przedstawione w publikacji [A1] ukazały, że parametry odcieków z analizowanych składowisk w Polsce i Czechach zmieniają się w czasie ze względu na proces stabilizacji składowisk i rozkład odpadów i wiąże się to także z odmiennymi sposobami zarządzania i eksploatacji obu obiektów. Ogólna charakterystyka odcieków przedstawiona w pracy [A1] wskazuje, że nie jest dozwolone ich odprowadzanie bez wcześniejszego poddania oczyszczaniu. Wyniki jednoznacznie wskazały, że analiza jakości odcieków i ich zmian w aspekcie czasowym, jak również ocena ich potencjału zanieczyszczającego może być kluczowa dla wdrożenia właściwej procedury oczyszczania odcieków. Wyniki oceny wskaźnika LPI przedstawione w publikacji [A1] mogą posłużyć jako miary dla oceny zagrożenia środowiskowego związanego z generowaniem odcieków na składowiskach odpadów komunalnych.

Rozpoznanie składu chemicznego odcieków i ich potencjału zanieczyszczającego jest kluczowe dla zagospodarowania odcieków ze składowisk odpadów i wyboru właściwej technologii ich oczyszczania. Publikacja [A1] podkreśla, że zwłaszcza w czasach, gdy składowiska odpadów i powstające na nich ocieki stanowią globalny problem środowiskowy, zasadne jest prowadzenie badań cech fizykochemicznych odcieków i ich wpływu na środowisko w celu wspierania Celów Zrównoważonego Rozwoju w sektorze gospodarki odpadami.

Nowatorskim elementem pracy [A1] było przedstawienie kompleksowej analizy odcieków z dwóch składowisk tego samego typu (składowiska odpadów komunalnych), różniących się jednak pod względem eksploatacji i zarządzania. Dotychczas tego typu

badania porównawcze dla warunków polskich i czeskich, poparte wynikami wieloletniego okresu monitoringu nie były publikowane w literaturze naukowej.

Wyniki prowadzonych analiz jakości odcieków ze składowisk odpadów zostały przedstawione także na Międzynarodowym Kongresie Geotechniki Środowiskowej w Chanii (Grecja) (9th International Congress on Environmental Geotechnics (ICEG), 25-28.06.2023) [F3], która jest uznanym wydarzeniem dla specjalistów z dziedziny geotechniki środowiskowej i wpisuje się w cykl konferencji poświęconym zagadnieniom zagrożeń środowiskowych o zasięgu globalnym. Praca wskazana w osiągnięciu naukowym [B1], zaprezentowana na ww. konferencji podkreśliła, że prawidłowe zagospodarowanie i oczyszczania odcieków powinno zawsze wiązać się z wcześniejszą kompleksową analizą charakterystyki odcieków. W celu kompleksowej oceny jakości odcieków wskaźnik LPI należy uznać za kluczowe narzędzie oceny stopnia zanieczyszczenia odciekami. W przypadku składowisk odpadów analizowanych w pracy B1 („Radiowo” i „Petrůvky”), na podstawie wskaźnika LPI wykazano, że odcieki z badanych składowisk nie mogą być odprowadzane bez uprzedniego oczyszczenia. Istotnym aspektem badań przedstawionych w pracy [B1] było także **rozpoznanie parametrów odcieków, wzajemnych powiązań między nimi oraz zmian w czasie, co jest istotne dla doboru odpowiedniej metody oczyszczania odcieków na różnych etapach eksploatacji składowiska.**

Właściwa gospodarka odciekami ze składowisk odpadów to kluczowy element odpowiedzialnego zarządzania odpadami i ochrony środowiska naturalnego. Niemniej jednak, jej skuteczność nie powinna opierać się jedynie na rozpoznawaniu właściwości fizykochemicznych odcieków i doskonaleniu metod ich oczyszczania. Jednym z fundamentalnych aspektów jest szacowanie ilościowego wytwarzania odcieków. Jest to nie tylko istotne dla monitorowania składowisk, ale także kluczowe dla właściwego projektowania i zarządzania. Wiarygodne dane na temat wytwarzania odcieków pozwalają na precyzyjny dobór parametrów systemów drenażowych, czy zbiorników retencyjnych do czasowego przetrzymywania odcieków.

Najprostszym podejściem do oszacowania ilości wytwarzanych odcieków jest wykorzystanie metody, w której uwzględnia się jedynie roczny rozkład opadów atmosferycznych i powierzchnię składowiska odpadów. Metoda ta prowadzi często do niedoszacowania rzeczywistej ilości wytwarzanych odcieków, zwłaszcza gdy wilgotność odpadów jest stosunkowo wysoka. W związku z tym, poszukiwanie bardziej zaawansowanych rozwiązań uwzględniających różnorodne czynniki wpływające na generację odcieków na składowiskach odpadów jest uzasadnione.

Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki, w pracy wskazanej w osiągnięciu naukowym [A3] wykorzystano modelowanie numeryczne w celu dokładnego oszacowania potencjalnej ilości wytwarzanych odcieków przy założeniu różnych scenariuszy obliczeniowych z wykorzystaniem modelu HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance). Warto podkreślić, że pomimo powszechnego wykorzystania technik modelowania numerycznego w różnych zastosowaniach inżynierskich na całym świecie, nadal brakuje badań naukowych prezentujących możliwości zastosowania modelowania numerycznego w celu oceny generacji odcieków w warunkach polskich. **Nowatorskim aspektem przedstawionym w pracy [A3] jest ukazanie możliwości szacowania wytwarzania odcieków ze składowisk odpadów z uwzględnieniem różnych wariantów wykorzystania uszczelnień w podstawie i przykryciu składowisk.** Wyniki uzyskane w pracy [A3] są istotne zarówno z punktu widzenia praktyki inżynierskiej w zakresie zarządzania składowiskami odpadów, jak i z perspektywy ochrony środowiska naturalnego. W nawiązaniu do powyższego, warto zaznaczyć, że skuteczne metody redukcji wytwarzanych odcieków oraz wybór odpowiednich materiałów

uszczelniających mają kluczowe znaczenie dla minimalizowania wpływu składowisk odpadów na środowisko i są istotnym krokiem w kierunku zrównoważonego zarządzania odpadami. Badania przedstawione w pracy stanowią wkład w rozwijanie wiedzy na ten temat składowisk odpadów oraz dostarczają praktycznych informacji dla specjalistów zajmujących się gospodarką odpadami i inżynierią środowiska. Praca [A3], w nawiązaniu do prac [A1] i [B1] ukazuje jednoznacznie, że z inżynierskiego punktu widzenia **szacowanie ilości odcieków jest nie mniej ważne niż ocena ich jakości, a dla kompleksowego rozpoznania potencjalnego wpływu odcieków na środowisko, konieczne jest prowadzenie badań, które uwzględniają oba te aspekty.**

W kontekście składowisk odpadów, odcieki stanowią główną przyczynę zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego. Wynika z interakcji wielu czynników, takich jak ilość opadów atmosferycznych, warunki hydrogeologiczne, skład odpadów składowanych na składowisku oraz odległość od źródła zanieczyszczenia. Woda opadowa, która przenika przez składowisko odpadów, może wchodzić w reakcje chemiczne z substancjami obecnymi w odpadach, prowadząc do wytworzenia toksycznych związków chemicznych. W następstwie związki te mogą przenikać w głąb podłoża, tworząc poważne zagrożenie dla jakości wód i zdrowia publicznego. Warto również podkreślić, że kontrola i minimalizacja zanieczyszczeń wymaga ścisłego nadzoru nad składowiskami odpadów, odpowiedniego projektowania systemów uszczelnienia oraz monitorowania jakości wód gruntowych wokół składowisk. Dlatego też przyjęcie zrównoważonej strategii zarządzania odpadami i ochrony środowiska naturalnego jest kluczowe dla ograniczenia ryzyka związanego z generacją odcieków na składowiskach odpadów.

Prace wykazane w osiągnięciu habilitacyjnym [A2, A4, B2] ukazują, że w celu oceny zanieczyszczenia wód podziemnych w rejonie składowisk odpadów, konieczne jest regularne monitorowanie jakości wody. Najczęściej stosowaną metodą jest korzystanie z piezometrów, które w zależności od lokalizacji, umożliwiają monitoring wód podziemnych zarówno na kierunku dopływu, jak i na odpływie wody ze składowiska. Na skuteczność monitoringu wpływa wiele czynników, w tym warunki hydrogeologiczne, skład i ilość uwalnianych zanieczyszczeń, odległość od źródła zanieczyszczenia, czy głębokość i częstotliwość poboru próbek wody. W przypadku składowisk odpadów, za migrację zanieczyszczeń do wód podziemnych odpowiada głównie transport adwekcyjno-dyfuzyjny oraz dyfuzyjny przez geomembrany i warstwy gruntów słabo przepuszczalnych. Oba te mechanizmy mogą wpływać na zasięg chmury (plamy) zanieczyszczenia, co ma istotne znaczenie dla odpowiedniego doboru lokalizacji punktów monitoringowych, gdyż w niektórych przypadkach, zwłaszcza, gdy punkty monitoringowe zlokalizowane są zbyt blisko składowiska, niemożliwe jest zidentyfikowanie potencjalnego i rzeczywistego zanieczyszczenia.

Oprócz typowych badań hydrogeochemicznych stosowanych do oceny jakości wody, w badaniach nad składowiskami odpadów często wykorzystuje się również techniki statystyczne, aby rozróżnić źródła zanieczyszczeń i wskazać czynniki odpowiedzialne za uwolnienie substancji zanieczyszczających na terenie składowisk odpadów. Techniki statystyczne pozwalają na analizę danych w celu zidentyfikowania zależności między różnymi parametrami wody gruntowej oraz czynnikami warunkującymi zanieczyszczenie. Przykładowe techniki statystyczne, które znajdują zastosowanie w takich analizach, to analiza składowych głównych (PCA), analiza dyskryminacyjna (DA), analiza korelacji i regresji oraz testy statystyczne. Te techniki pozwalają na lepsze zrozumienie czynników mogących wpływać na jakość wody gruntowej wokół składowisk odpadów. Ponadto, analizy statystyczne mogą być pomocnym narzędziem w opracowaniu strategii zarządzania składowiskiem, mając na uwadze priorytet minimalizacji ryzyka uwalniania zanieczyszczeń i ochronę wód gruntowych.

Na obszarach składowisk odpadów stan środowiska gruntowo-wodnego może być uwarunkowany nie tylko przez samo oddziaływanie tych obiektów, ale również przez możliwy wpływ terenów sąsiednich. Badania wykonane w ramach prac wskazanych w osiągnięciu naukowym udowadniają, że składowiska odpadów oraz obszary rolnicze mogą wzajemnie wpływać na jakość wód podziemnych. Ponadto, składowiska odpadów zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie terenów rolniczych, mogą stanowić źródło zagrożeń środowiskowych dla tych obszarów, w tym między innymi powodować degradację gleb i upraw. W publikacji [A2] przedstawiono ocenę jakości wód podziemnych na obszarach dwóch czeskich składowisk odpadów komunalnych i ich otoczeniu, a także zidentyfikowano potencjalne czynniki wpływające na zanieczyszczenie wód podziemnych. **Wyniki prezentowane w tej publikacji warunkują nowy aspekt tego rodzaju analiz, ponieważ dotychczas niewiele badań dotyczyło jakości wód podziemnych w kontekście zmian w czasie głównych składników chemicznych na obszarach, gdzie składowiska odpadów sąsiadują z obszarami rolnymi.** Wyniki te są istotne, ponieważ pozwalają na zrozumienie, w jaki sposób składowiska odpadów mogą wpływać na jakość wód podziemnych w dłuższej perspektywie czasowej. Analizując zmiany w składzie chemicznym wód podziemnych w okolicach składowisk odpadów, można także określić, czy istnieje trend pogarszania się jakości wód oraz zidentyfikować ewentualne źródła zanieczyszczeń. Ponadto, badania te są istotne z uwagi na współistnienie badanych składowisk odpadów z obszarami rolnymi. Jest to ważne z uwagi na fakt, że zanieczyszczenia wód podziemnych wynikające z eksploatacji składowisk odpadów mogą wpływać na gleby i jakość upraw, co ma znaczenie dla produkcji żywności i bezpieczeństwa żywnościowego. Warto również podkreślić, że tego typu badania mogą stanowić podstawę do podejmowania działań mających na celu ochronę jakości wód podziemnych i środowiska naturalnego w ogólnym kontekście zrównoważonego rozwoju. Działania te obejmują monitorowanie, kontrolę i zarządzanie składowiskami odpadów oraz rolnictwem w sposób, który minimalizuje negatywny wpływ na jakość wód podziemnych i zapewnia długoterminowe zrównoważenie środowiska i produkcji rolnej.

W publikacji [A2] ocena jakości wody podziemnej na podstawie analizy stężeń wskaźników zanieczyszczenia i ich porównania ze standardami środowiskowymi została uzupełniona analizami statystycznymi i modelowaniem Monte Carlo. Analizy statystyczne umożliwiły sformułowanie wzajemnych zależności między analizowanymi parametrami wody podziemnej oraz analizowanymi składowiskami odpadów. Wyniki modelowania Monte Carlo wykazały, że w przypadku zbyt bliskiej lokalizacji punktów monitoringowych względem składowiska odpadów (np. piezometr MV-1 na składowisku „Zdounky”), możliwe jest, że smuga zanieczyszczeń przedostanie się pomiędzy punktami monitoringowymi, ponieważ na krótkiej odległości proces dyspersji może jeszcze nie spowodować znacznego rozproszenia zanieczyszczenia. W takiej sytuacji, zanieczyszczenie może nie zostać wykryte w piezometrze, mimo jego obecności w wodzie podziemnej. Wyniki modelowania przedstawione w publikacji [A2] wskazują, że stosowanie tej techniki jest kluczowe dla możliwości wykrycia potencjalnej drogi migracji zanieczyszczeń, a także umożliwia określenie optymalnej liczby punktów monitoringu wód podziemnych i ich lokalizacji. **Wyniki modelowania Monte Carlo potwierdziły, że przy ustalaniu sieci monitoringu na obszarze badawczym istotne jest uwzględnienie dyspersyjności środowiska.** W związku z tym, w przypadku środowiska o niskiej dyspersyjności przy wyborze lokalizacji piezometrów wymagane są większe odległości od składowiska, aby „uchwycić” smugę zanieczyszczeń w sieci monitoringu. Z kolei w ośrodku o dużej dyspersyjności zanieczyszczenie można wykryć w punktach monitoringowych znajdujących się blisko potencjalnego ogniska zanieczyszczenia (np. składowiska odpadów).

Badania przedstawione w pracy [A2] wykazały również, że o podwyższonych stężeniach związków azotu w wodzie podziemnej świadczy wpływ zarówno składowiska odpadów, jak i otaczających je terenów rolniczych.

Problematyka monitorowania zawartości związków azotu w środowisku gruntowo-wodnym stanowiła także przedmiot badań przedstawionych w publikacji [A5]. Badania przedstawione w tej pracy podkreśliły zasadność prowadzenia badań monitoringowych na obszarach rolniczych w celu wzbogacenia wiedzy na temat zawartości różnych form azotu i ich przestrzennego rozkładu w środowisku gruntowo-wodnym. W pracy zweryfikowano hipotezę stanowiącą o tym, że stężenie i rozkład form azotu w środowisku gruntowo-wodnym są uwarunkowane sposobem nawożenia i korelują ze składem granulometrycznym (zawartości frakcji ilowej, pyłowej i piaskowej). W pracy przeanalizowano dostępne dane literaturowe na temat form azotu, ich przemian i czynników wpływających na ich stężenia oraz wykonano ocenę wpływu nawożenia oraz rodzaju gleby na zróżnicowanie form azotu. Wpływ metody nawożenia na zawartość związków azotu i ich rozkład przeanalizowano z wykorzystaniem technik (geo)statystycznych. Przedstawione w pracy badania wpisują się w Cele Zrównoważonego Rozwoju (*Sustainable Development Goals - SDGs*) i podkreślają, że podatność gleby na zagrożenia antropogeniczne powinna być badana, ponieważ zanieczyszczenia mogą wpływać na zrównoważoną produkcję żywności, zapewnienie czystej wody, zmiany klimatyczne oraz zdrowie i jakość życia ludzi. W publikacji [A5] wykazano także, że precyzyjne nawożenie pól uprawnych związkami azotu ogranicza ich wymywanie do wód podziemnych. Zgodnie z przedstawionym w pracy [A5] podejściem, **zarządzanie w praktyce rolniczej powinno opierać się na przewidywaniu przestrzennego zróżnicowania właściwości gleb, co pozwala na właściwe stosowanie nawozów i redukcję potencjalnych strat azotu**. Niemniej jednak mapy przedstawiające przestrzenny rozkład form azotu powinny być brane pod uwagę również w aspekcie czasowym, biorąc pod uwagę fakt, że formy azotu są bardzo podatne na przekształcenia spowodowane procesami fizycznymi, chemicznymi i biologicznymi.

Publikacja [A6] przedstawia, że zastosowanie narzędzi modelowania numerycznego dostarcza możliwości predykcji migracji zanieczyszczeń w aspekcie czasowym i przestrzennym. W pracy [A6] zaprezentowano podejście metodyczne na potrzeby opracowania modelu hydrodynamicznego przepływu wód gruntowych oraz migracji jonów amonowych i azotanowych na obszarze objętym systemem precyzyjnego rolnictwa. W przedstawionym podejściu metodycznym uwzględniono analizę materiałów archiwalnych, w tym interpretację kart otworów wiertniczych z analizowanego obszaru. Dane z głębokich odwiertów wykorzystano do określenia głębokości występowania warstw nieprzepuszczalnych, co jest kluczowe na etapie modelowania numerycznego dla określenia dolnej granicy modelu. Zebrano także dane meteorologiczne, aby oszacować składniki bilansu wodnego. W tym celu wykorzystano model HELP, który był także zastosowany na potrzeby przygotowania pracy [A3]. Aby określić parametry procesów wpływających na transport zanieczyszczeń w strumieniu wód gruntowych, wykonano badania kolumnowe oraz badania statyczne „batch”. Wyniki badań kolumnowych dostarczyły informacji na temat parametrów opisujących adwekcyjno-dyfuzyjny mechanizm migracji zanieczyszczeń. Badania statyczne „batch” umożliwiły opisanie parametrów procesu sorpcji zanieczyszczeń. Parametry transportu zanieczyszczeń uzyskane z badań laboratoryjnych w dalszej kolejności posłużyły jako dane wejściowe do wykonania modelu numerycznego. Podejście metodyczne wykorzystujące wykonanie badań laboratoryjnych jako podstawy dla wyznaczenia danych wejściowych do modelowania było kluczowe, zwłaszcza, że w literaturze naukowej można spotkać się z twierdzeniem, że dziedzina modelowania hydrogeologicznego jest najbardziej ograniczona głównie ze względu na niedostateczną wiedzę na temat wartości parametrów

występujących w równaniach opisujących filtrację i transport zanieczyszczeń w wodach podziemnych.

Wykorzystanie badań kolumnowych i statycznych typu „batch” na potrzeby wyznaczenia parametrów filtracji i migracji oraz matematycznego modelowania opisu mechanizmów warunkujących przenoszenie zanieczyszczeń w środowisku gruntowo-wodnym przedstawiono także w pracy [B3] wskazanej w osiągnięciu habilitacyjnym. Praca [B3] ukazała, że procesy wpływające na transport zanieczyszczeń w środowisku gruntowo-wodnym są uzależnione od właściwości ośrodka, w którym odbywa się migracja. Przeprowadzone badania udowodniły, że ośrodek gruntowy o większej zawartości frakcji ilastej i powierzchni właściwej efektywnie sorbuje jony amonowe. Wykazano także, że na migrację zanieczyszczeń konserwatywnych (chlorków) wpływa adwekcja w gruntach niespoistych (piasku), natomiast w gruntach spoistych (iłach) o ich migracji decyduje zarówno dyspersja, jak i adwekcja. Ponadto, związki azotu (jony azotanowe i amonowe) migrują w środowisku gruntowo-wodnym na skutek dyfuzji w przypadku gliny oraz na skutek dyfuzji i adwekcji w piasku. W badaniach przedstawionych w pracy [B3] wykazano także, że do opisu zjawiska sorpcji w gruntach naturalnych można zastosować kilka modeli. Niemniej jednak najlepsze dopasowanie danych doświadczalnych i modelowych dotyczących sorpcji jonów amonowych uzyskuje się stosując izotermę Langmuira ($R^2 = 0,79$ i $R^2 = 0,93$ odpowiednio dla gliny i piasku). Badania przedstawione w pracy [B3] były zaprezentowane na 8th International Congress on Environmental Geotechnics “Towards a Sustainable Geoenvironment” (8ICEG), która miała miejsce w Hangzhou (Chiny) w dniach 28.10-1.11.2018 [F13]. Podczas tej konferencji wygłosiłam referat pt. “Identification of processes and migration parameters for conservative and reactive contaminants in the soil-water environment”.

W pracy [A6] wykorzystano także analizę obrazów satelitarnych i modelu terenu otrzymanego z lotniczego skaningu laserowego. Narzędzie te umożliwiły rozpoznanie warunków środowiskowych na analizowanych obszarach rolniczych, pozwalając na identyfikację stref zróżnicowanych pod względem parametrów filtracyjnych oraz określenie granic występowania struktur geomorfologicznych, które mogą stanowić strefy uprzywilejowanych ścieżek filtracji, wpływających na dynamikę przepływu i warunki transportu związków azotu. Przedstawione w publikacji [A6] wyniki prognozowania oparte na modelowaniu numerycznym z wykorzystaniem oprogramowania Visual Modflow obejmowały wielowariantowe symulacje ilustrujące scenariusze przepływu wód gruntowych i transportu związków azotu na analizowanych obszarach rolniczych. Ponadto, w pracy [A6] uwzględniono także wpływ czynników takich jak szybkość infiltracji, jak również rodzaj i stężenia roztworów zanieczyszczeń (nawozów) wprowadzanych do środowiska gruntowo-wodnego w praktyce nawożenia. Przedstawiony w pracy [A6] model przepływu wód podziemnych i transportu związków azotu odnosi się do warunków lokalizacyjnych Doliny Środkowej Wisły, niemniej jednak w przypadku chęci prognozowania procesów filtracji i transportu zanieczyszczeń na innych obszarach, **można byłoby zastosować zaproponowaną metodykę, ze szczególnym uwzględnieniem wyznaczenia parametrów filtracji i migracji zanieczyszczeń jako danych wejściowych do modelowania numerycznego, zasad konceptualizacji modelu, rozpoznania ewolucji środowiska rzeczno-erozyjnych.** Ze względu na lokalizację obszaru badawczego w sąsiedztwie cennych obszarów naturalnych (obszar Natura 2000 - Dolina Środkowej Wisły oraz rezerwaty przyrody), **zastosowanie przedstawionego podejścia ma istotne znaczenie dla oszacowania możliwych skutków zanieczyszczenia wód gruntowych związkami azotu zarówno w krótkim, jak i długim okresie, planowania dawek azotu lub wskazania miejsc najbardziej narażonych na zanieczyszczenie w dowolnym punkcie obszaru objętego modelowaniem.**

Wyniki analiz przedstawionych w pracy [A6] wskazują na trendy w rozprzestrzenianiu się związków azotu z pól uprawnych do środowiska gruntowo-wodnego, zależnie od warunków hydrogeologicznych i praktyk nawozowych. Praca udowadnia, że zasadne jest wykorzystanie symulacji komputerowych do weryfikacji, w jaki sposób dawki nawozów w konkretnych warunkach podłoża mogą wpływać na transport związków azotu w glebie i wodach podziemnych.

Publikacja [A4], podobnie jak publikacja [A2], odnosi się do oceny zanieczyszczenia wód podziemnych w rejonie składowisk odpadów komunalnych. Celem pracy było przedstawienie analizy porównawczej jakości wód podziemnych na obszarach wybranych składowisk odpadów w Polsce i Czechach, ze szczególnym uwzględnieniem stężeń metali ciężkich i ich zmian w czasie. Co istotne, analiza porównawcza została wykonana dla składowisk tego samego typu, jednak różniących się pod względem zastosowanych rozwiązań technicznych w uszczelnieniu podstawy i korony składowiska, jak również różnych pod względem istniejących warunków lokalizacyjnych i geosrodowiskowych.

Na podstawie analiz wieloletniego okresu monitoringu wykazano, że jakość wód podziemnych na składowisku „Radiowo” poprawia się z upływem czasu, zwłaszcza dzięki zastosowanym pracom rekultywacyjnym. W przypadku składowiska „Zdounky” wykazano, że obiekt ten nie wpływa negatywnie na jakość wód podziemnych. Wyniki przedstawione w publikacji [A4] potwierdzają, że zastosowane systemy zabezpieczeń inżynierskich (uszczelnień) zapewniają ochronę środowiska wodnego. Badania wykazały, że odcieki nie migrują poza obręb składowisk, o czym świadczą znikome stężenia metali ciężkich w próbkach wód podziemnych pobranych z piezometrów zlokalizowanych na kierunku odpływu. Brak negatywnego wpływu składowisk odpadów na jakość wód podziemnych w odniesieniu do metali ciężkich, oprócz wyników badań monitoringowych, potwierdziły także obliczone wskaźniki zanieczyszczenia metalami ciężkimi, tj. Wskaźnik Oceny Metali Ciężkich (*Heavy Metal Evaluation Index – HEI*) oraz Wskaźnik Zanieczyszczenia Metalami Ciężkimi (*Heavy Metal Pollution Index – HPI*). Uzyskane wyniki potwierdzają, że odpowiednie projektowanie, zarządzanie i monitorowanie składowisk odpadów, wraz z zastosowaniem odpowiednich zabezpieczeń technicznych, mogą skutecznie chronić jakość wód podziemnych i środowiska naturalnego.

Wykonanie zabiegów rekultywacyjnych na starych składowiskach odpadów może znacząco przyczynić się do redukcji stężeń zanieczyszczeń w wodzie podziemnej. W pracy [B2] wskazanej w osiągnięciu habilitacyjnym wykazano, że wykonanie rekultywacji technicznej, polegającej między innymi na wybudowaniu pionowej bariery przeciwfiltracyjnej wokół składowiska „Łubna” oraz wprowadzeniu systemu drenażowego, przyczyniło się do znaczącego zmniejszenia stężenia jonów siarczanowych (SO_4^{2-}) w wodzie podziemnej. W przypadku składowisk odpadów jon siarczanowy (SO_4^{2-}) jest, obok jonu chlorkowego (Cl^-), podstawowym wskaźnikiem przenikania zanieczyszczeń do wód gruntowych. W pracy [B2] wykazano, że poprawa jakości wody podziemnej był obserwowana stopniowo w czasie, a zidentyfikowany dobry stan chemiczny wody świadczy o braku przenikania odcieków ze składowiska do wód podziemnych. Wyniki monitoringu wody podziemnej przedstawione w pracy [B2] wskazują na skuteczność zastosowania pionowych barier przeciwfiltracyjnych i ich rolę w ochronie środowiska gruntowo-wodnego przed migracją SO_4^{2-} w obrębie składowisk odpadów.

O ile rekultywacja składowisk odpadów postrzegana jest jako nieodłączny element w ograniczaniu negatywnego oddziaływania tych obiektów po ich zamknięciu, ze szczególną uwagą należy traktować proces rekultywacji biologicznej, związanej z wprowadzaniem roślinności na wierzchowinę składowiska. Badania przedstawione w pracy [A7] wskazują, że

trawy wykorzystywane w rekultywacji składowisk odpadów mogą być poważnym źródłem zanieczyszczenia powietrza, w szczególności poprzez emisję pyłków traw do atmosfery. Pyłki różnych traw mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia ze względu na swój wysoki potencjał alergizujący. Ponadto, w sezonie pylenia trawy emitują pyłki w dużych stężeniach, co może prowadzić do objawów alergicznych. W publikacji [A7] przedstawiono badania dotyczące monitoringu roślinności wykazującej potencjał alergizujący na trzech składowiskach odpadów komunalnych zlokalizowanych na terenie Republiki Czeskiej. Na podstawie tych badań określono gatunki roślin oraz okresy, w których stanowią one zagrożenie alergiczne na składowiskach odpadów. W pracy [A7] dane z 10-letniego okresu monitoringu występowania roślin na trzech składowiskach, ich znaczenia pod względem alergicznym oraz terminu kwitnienia wykrytych gatunków przeanalizowano z wykorzystaniem wielowymiarowych technik statystycznych. Uzyskane wyniki poddano analizie stosując Nietendencyjną Analizę Zgodności (*Detrended Correspondence Analysis – DCA*). Zastosowano także Kanoniczną Analizę Zgodności (*Canonical Correspondence Analysis – CCA*) w celu określenia korelacji między stanowiskiem badawczym, okresem kwitnienia i wykrytymi gatunkami. Uzyskane wyniki poddano także analizie testem Monte Carlo z wykorzystaniem 999 permutacji przy użyciu oprogramowania Canoco 5.0. Z wykorzystaniem technik statystycznych udowodniono hipotezy zakładające, że nie istnieje korelacja pomiędzy okresem kwitnienia a roślinnością składowiskową oraz, że skład roślinności nie zależy od lokalizacji składowiska oraz roku obserwacji. Praca [A7] **uzupełnia obecny stan wiedzy na temat zagrożeń środowiskowych związanych ze składowiskami odpadów, zwłaszcza, że dotychczas zaniedbywano badania roślinności i ich potencjału alergizującego na tych obiektach.** Dzięki wykonanym badaniom zidentyfikowano gatunki roślin składowiskowych, które wytwarzają pyłki o potencjale alergizującym, określono główne sezony ich wytwarzania oraz zaproponowano procedury kontroli i monitoringu roślinności na składowiskach odpadów w celu ograniczenia ich negatywnego oddziaływania.

Warto podkreślić, że analizy statystyczne, takie jak Nietendencyjna Analiza Zgodności (DCA) i Kanoniczna Analiza Zgodności (CCA), wykorzystane w badaniach, umożliwiły bardziej szczegółowe zrozumienie związków między roślinnością na składowiskach a sezonem pylenia oraz lokalizacją składowiska. Te narzędzia pozwalają na dokładniejsze planowanie rekultywacji, zmniejszenie ryzyka alergicznego i optymalne wykorzystanie tych terenów po ich zamknięciu. W rezultacie pracy [A7] można podjąć konkretne kroki w zakresie monitoringu, kontroli i zarządzania roślinnością na składowiskach odpadów w celu minimalizacji negatywnego wpływu na zdrowie ludzi oraz poprawy jakości powietrza. To ważne dla zdrowia publicznego i środowiska, zwłaszcza w kontekście nadal rosnącej liczby składowisk odpadów źle eksploatowanych lub „dzikich” na całym świecie.

Wyniki oceny jakości wody podziemnej w rejonie składowisk odpadów, przedstawione w pracach [A2], [A4], [B2], stanowią dowód na aktualność prowadzonych badań. Szczególnie ważne jest to, że wyniki te przedstawione i dobrze odebrane na międzynarodowych konferencjach naukowych. Wyniki pracy [A2] zostały zaprezentowane podczas *2nd International Conference Strategies toward Green Deal Implementation – Water, Raw Materials & Energy* (ICGreenDeal2021), która odbyła się w Krakowie w dniach 8-10 grudnia 2021 roku [F5]. Wyniki pracy [A4] były przedstawiane na *1st International Conference Strategies toward Green Deal Implementation - Water And Raw Materials* (ICGreenDeal2020), która odbyła się w dniach 14-16 grudnia 2020 roku [F12]. Natomiast wyniki pracy [B2] zostały zaprezentowane podczas *3rd International Conference on Environmental Geotechnology, Recycled Waste Materials and Sustainable Engineering* - EGRWSE-2022, która miała miejsce w Izmirze (Turcja) w dniach 15-17 września 2022 roku.

Aktualność tych badań podkreśla znaczenie podejmowanych działań w zakresie monitoringu i zarządzania jakością wód podziemnych na obszarach składowisk odpadów, a także roli inżynierii środowiska w ochronie środowiska naturalnego oraz zdrowia i życia ludzi.

4.5. Określenie znaczenia wyników dla rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Podsumowując wyniki przedstawione w pracach wskazanych w osiągnięciu naukowym warto wskazać kilka aspektów, które podkreślają wpływ prowadzonych badań na rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Prace badawcze rozpoczęto od kompleksowego przeglądu literatury, co stanowiło fundament dla zrozumienia istniejących zagrożeń środowiskowych wynikających z działalności antropogenicznej, szczególnie na terenach niezurbanizowanych, dlatego jako główne źródła zanieczyszczeń analizowano lokalizowane tam składowiska odpadów i intensywne użytkowanie rolnicze. Zdobyta wiedza na temat istniejących zagrożeń środowiska jest niezbędna do opracowania skutecznych strategii ochrony i rekultywacji. Prace opierały się na różnorodnych metodach badawczych, obejmujących zarówno badania terenowe, jak i laboratoryjne, analizy statystyczne oraz modelowanie numeryczne. Ponadto, skoncentrowanie się na obszarach narażonych na zanieczyszczenie, takich jak składowiska odpadów komunalnych i tereny użytkowane rolniczo, pozwoliło na rozpoznanie zagrożeń odnoszących się do konkretnych przypadków i weryfikację zastosowanych metod na realnych obiektach doświadczalnych.

Wykonane badania dostarczyły nowej wiedzy, narzędzi i podejść do rozwiązywania konkretnych problemów środowiskowych, co może przyczynić się do opracowania bardziej skutecznych strategii ochrony środowiska i zrównoważonego zarządzania zasobami naturalnymi. Ponadto, interdyscyplinarny charakter badań, prowadzonych również w środowisku międzynarodowym, podkreśla znaczenie współpracy między różnymi dziedzinami nauki w dziedzinie inżynierii środowiska.

Publikacja [A1], która koncentruje się na badaniach charakterystyki odcieków powstających na składowiskach odpadów komunalnych, wnosi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynierii środowiska pod wieloma względami:

- Badania dostarczyły nowej i szczegółowej wiedzy na temat odcieków, które są istotnym zagrożeniem dla środowiska gruntowo-wodnego. Badania, które objęły obszerną analizę parametrów fizykochemicznych odcieków pozwoliły na uzyskanie pełnego obrazu ich charakterystyki, szczególnie w odniesieniu do substancji toksycznych dla środowiska naturalnego. Te dane są niezbędne do skutecznego zarządzania odciekami;
- Praca przedstawia porównawcze badania dla dwóch różnych składowisk odpadów komunalnych (według aktualnej nomenklatury prawnej UE, składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne), w Polsce i Czechach, różniących się zarówno warunkami terenowymi, jak i sposobem zarządzania. To podejście pozwala na sformułowanie istotnych wniosków dotyczących wpływu zarządzania składowiskowego na skład odcieków;
- Wykorzystanie indeksu zanieczyszczenia odcieków (LPI) stanowi nowatorski sposób oceny jakości odcieków i obserwacji ich zmian w czasie;

- Zastosowanie różnych technik statystycznych, takich jak test t-Studenta, testy nieparametryczne, analiza korelacji r-Pearsona, czy Analiza Głównych Składowych (PCA), dostarczyły narzędzi do analizy i zrozumienia związków między różnymi parametrami odcieków oraz oceny niepewności uzyskiwanych wyników analiz fizykochemicznych;
- Badania opisane w publikacji wspierają cele zrównoważonego rozwoju w sektorze gospodarki odpadami, dostarczając wiedzy potrzebnej do opracowywania bardziej efektywnych strategii zarządzania odciekami i ochroną środowiska;
- Praca stanowi jedno z nielicznych badań porównawczych między składowiskami Polski i Czech w dziedzinie charakterystyki odcieków na składowiskach odpadów, a zarazem składowisk zabezpieczanych na powierzchni w inny sposób (w Polsce stosuje się przykrycie mineralne, a w Czechach syntetyczne geomembraną);
- Praca ma istotny wpływ na rozwój inżynierii środowiska, dostarczając nowych danych, narzędzi i perspektyw w dziedzinie zarządzania odciekami ze składowisk odpadów komunalnych oraz ochrony środowiska gruntowo-wodnego. Badania te podkreślają potrzebę ciągłego monitoringu, oceny i doskonalenia praktyk zarządzania odpadami w kontekście zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska.

Publikacja [A2], która skupia się na ocenie jakości wód podziemnych w obszarach składowisk odpadów komunalnych i terenów rolniczych ma znaczenie dla:

- Zrozumienia interakcji między składowiskami odpadów a terenami rolniczymi;
- Określenia wpływu składowisk odpadów na jakość wód podziemnych. Praca dostarcza istotnych danych dla ochrony zasobów wodnych i zapobiegania potencjalnym zagrożeniom dla fauny i zdrowia publicznego;
- Zrozumienia trendów zmian jakości wód i identyfikacji źródeł zanieczyszczeń w aspekcie zarządzania zasobami wodnymi na terenach użytkowanych rolniczo;
- Analizy rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w środowisku z wykorzystaniem modelowania Monte Carlo. Narzędzie to umożliwiło określenie optymalnej lokalizacji i liczby punktów monitoringu, co ma kluczowe znaczenie dla efektywnego monitorowania jakości wód podziemnych. Wykorzystanie modelowania Monte Carlo w analizie rozprzestrzeniania zanieczyszczeń może być stosowane szeroko w dziedzinie inżynierii środowiska do oceny ryzyka i planowania działań ochronnych.
- Umiędzynarodowienia znaczenia badań. Badania porównawcze wykonane na obiektach badawczych w Czechach pozwalają na wnioskowanie na temat wpływu różnych warunków geologicznych, klimatycznych i zarządzania składowiskami (w tym innego systemu przykrycia powierzchni) na jakość wód podziemnych.
- Produkcji rolnej i bezpieczeństwa żywnościowego. Badania wskazują, że zanieczyszczenia wód podziemnych wynikające z eksploatacji składowisk odpadów mogą wpływać na skład gleby i jakość upraw;
- Zrównoważonego rozwoju, dostarczając informacji niezbędnych do podejmowania działań mających na celu ochronę jakości wód podziemnych i środowiska naturalnego;
- Poszerzenia wiedzy w zakresie zarządzania środowiskiem gruntowo-wodnym. Badania te mają także znaczenie praktyczne, umożliwiając lepsze planowanie i monitorowanie działań mających na celu ochronę środowiska.

Publikacja [A3] stanowi ważny wkład w rozwijaniu wiedzy i praktyk związanych z zarządzaniem składowiskami odpadów oraz ochroną środowiska naturalnego. Przede wszystkim wskazuje na kluczowe aspekty i nowatorskie podejście do problemu generacji

odcieków ze składowisk odpadów w warunkach polskich. Wpływ tej pracy na rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka obejmuje następujące aspekty:

- Praca podkreśla rolę modelowania numerycznego, w tym wykorzystanie modelu HELP, w dokładnym oszacowaniu ilości wytwarzanych odcieków. To ważne narzędzie, które może być wykorzystywane nie tylko w kontekście składowisk odpadów, ale także w innych dziedzinach inżynierii środowiska;
- Praca uwzględnia różne scenariusze obliczeniowe, co pozwala na analizę wpływu różnych warunków środowiskowych i konstrukcji zabezpieczeń na ilość generowanych odcieków. To podejście pozwala na lepsze zrozumienie zmienności wytwarzania odcieków i dostarcza narzędzi do optymalizacji w projektowaniu składowisk odpadów, szczególnie systemów ich przykrycia;
- Praca podkreśla brak badań naukowych nad modelowaniem generacji odcieków w warunkach polskich. To istotne wyzwanie, które wymaga analizy, zwłaszcza biorąc pod uwagę znaczącą liczbę niedawno zamkniętych i czynnych składowisk odpadów w Polsce;
- Praca dostarcza informacji, które mogą być wykorzystane do opracowania strategii zarządzania składowiskami odpadów w Polsce, zarówno czynnych jak i rekultywowanych;
- Praca podkreśla istotność łączenia ocen ilościowych i jakościowych dla kompleksowego rozpoznania potencjalnego wpływu odcieków na środowisko;
- Praca podkreśla, że rozwiązywanie problemów związanych z zarządzaniem składowiskami odpadów i ochroną środowiska wymaga współpracy i analiz interdyscyplinarnych;
- W kontekście Celów Zrównoważonego Rozwoju, prace nad minimalizacją wpływu składowisk odpadów na środowisko są kluczowe. Praca przyczynia się do osiągnięcia tych celów poprzez dostarczenie naukowych podstaw dla skutecznego zarządzania składowiskami odpadów;
- Praca stanowi wkład w rozwijanie wiedzy i praktyk związanych z zarządzaniem składowiskami odpadów i ochroną środowiska naturalnego w Polsce i może stanowić inspirację dla dalszych badań i działań w tej dziedzinie.

Publikacja [A4] dostarcza istotnych wniosków dotyczących jakości wód podziemnych na obszarach składowisk odpadów komunalnych oraz skuteczności zastosowanych systemów zabezpieczeń inżynierskich. Elementy kluczowe dla rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka kluczowe obejmują:

- Przeprowadzenie analizy porównawczej jakości wód podziemnych na składowiskach odpadów w Polsce i Czechach. To podejście umożliwia ocenę wpływu różnych warunków lokalizacyjnych i technicznych rozwiązań na jakość wód podziemnych;
- Potwierdzenie, że działania rekultywacyjne na składowiskach odpadów przyczyniają się do poprawy jakości wód podziemnych, co jest możliwe do stwierdzenia na podstawie wyników wieloletniego okresu monitoringu;
- Wskazanie braku negatywnego wpływu składowisk odpadów na jakość wód podziemnych w aspekcie obecności metali ciężkich, co potwierdza skuteczność zastosowanych uszczelnień i systemów drenażowych;
- Uzasadnienie wykorzystania wskaźników oceny zanieczyszczenia. Zastosowanie wskaźników, takich jak *Heavy Metal Evaluation Index* (HEI) i *Heavy Metal Pollution Index* (HPI), umożliwiło potwierdzenie braku istotnego zanieczyszczenia metalami

ciężkimi w wodach podziemnych. Te wskaźniki stanowią przydatne narzędzia oceny jakości wód;

- Podkreślenie znaczenia odpowiedniego projektowania, zarządzania i monitorowania składowisk odpadów dla ochrony jakości wód podziemnych i środowiska naturalnego;
- Kontekst zrównoważonego rozwoju, ponieważ skuteczne zarządzanie składowiskami odpadów ma istotne znaczenie dla minimalizacji wpływu na środowisko i ochrony zasobów wodnych.

Publikacja [A5] stanowi wkład w badania dotyczące zawartości związków azotu w środowisku gruntowo-wodnym, zwłaszcza na obszarach rolniczych. Główne aspekty związane z tą pracą podkreślają:

- Znaczenie monitoringu związków azotu w środowisku gruntowo-wodnym. Praca podkreśla istotność prowadzenia badań monitoringowych w celu rozpoznania zawartości różnych form azotu i ich przestrzennego rozkładu w glebach i wodach gruntowych oraz migracji do odbiorników wód powierzchniowych, szczególnie rzek. Jest to kluczowe dla zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi i ochrony środowiska;
- Wpływ sposobu nawożenia i rodzaju gleby na zawartość form azotu oraz określenie czynników wpływających na rozkład azotu, co wpływa na efektywne nawożenie, nie generujące nadmiernych ilości tych związków (rolnictwo precyzyjne);
- Wykorzystanie technik statystycznych i (geo)statystycznych do analizy wpływu nawożenia na zawartość azotu w glebie. To podejście umożliwia przewidywania przestrzennego zróżnicowania właściwości gleb i dostosowania do nich odpowiednich dawek nawożenia;
- Znaczenie wyników w kontekście Celów Zrównoważonego Rozwoju (SDGs), ponieważ badania nad jakością gleb i jakością wód gruntowych są istotne dla produkcji żywności, ochrony jakości wody, czy zdrowia publicznego;
- Zarządzanie w praktyce rolniczej uwzględniające przewidywanie przestrzennego zróżnicowania właściwości gleb na potrzeby zrównoważonego wykorzystania zasobów i optymalnego nawożenia, dostosowanego do warunków gruntowo-wodnych i zapotrzebowania uprawianych roślin.

Publikacja [A6] wykorzystuje zaawansowane technologie, w tym badania terenowe i laboratoryjne, analizę obrazów satelitarnych i symulacje numeryczne, aby zgłębić zagadnienia związane z przepływem wód gruntowych i transportem związków azotu w środowisku gruntowo-wodnym na obszarach rolniczych. Znaczenie tej pracy dla rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka przejawia się w:

- Zastosowanie zaawansowanych narzędzi w celu uzyskania dokładnych informacji o warunkach środowiskowych na badanych obszarach rolniczych;
- Identyfikacji obszarów o zróżnicowanych parametrach filtracyjnych, co pozwala na określenie stref, w których przepływ wód i migracja zanieczyszczeń mogą być uprzywilejowane;
- Zastosowaniu modelowania numerycznego przy użyciu oprogramowania Visual Modflow do przewidywania przepływu wód gruntowych i transportu związków azotu w różnych scenariuszach symulacji, stanowi nowe wykorzystanie tego narzędzia w ochronie środowiska naturalnego;
- Ocenie wpływu nawożenia na transport związków azotu w określonych warunkach gruntowo-wodnych;

- Możliwości zastosowania opracowanej metodyki w innych regionach, w celu prognozowania procesów filtracji i transportu zanieczyszczeń;
- Przeprowadzeniu badań w sąsiedztwie obszarów cennych przyrodniczo, co ma istotne znaczenie dla ochrony tych obszarów przed potencjalnymi zanieczyszczeniami związkami azotu;
- Wskazaniu zasadności stosowania symulacji komputerowych jako narzędzia do analizy wpływu nawożenia na transport związków azotu w glebie i wodach gruntowych.

Publikacja [A7] skupia się na problemie rekultywacji składowisk odpadów, zwłaszcza na aspekcie rekultywacji biologicznej. Kluczowe aspekty pracy podejmują kwestie:

- Zanieczyszczenia powietrza przez pyłki traw. Badania wykazały, że trawy stosowane w rekultywacji składowisk odpadów mogą stanowić źródło zanieczyszczenia w wyniku emisji pyłków do atmosfery, jak również ze względu na alergizujący potencjał, mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi;
- Zastosowania technik statystycznych. W pracy wykorzystano zaawansowane techniki statystyczne, takie jak Nietendancyjna Analiza Zgodności (DCA) i Kanoniczna Analiza Zgodności (CCA), aby lepiej zrozumieć związki między roślinnością a sezonem pylenia oraz lokalizacją składowiska, co umożliwiło dokładniejsze planowanie rekultywacji i monitoringu składowisk odpadów;
- Znaczenia ochrony zdrowia publicznego, ponieważ identyfikują gatunki roślin, które mogą być źródłem alergenów. Dzięki tym badaniom możliwe jest podejmowanie działań w celu minimalizacji ryzyka alergicznego, poprzez dobór odpowiednich gatunków roślin do rekultywacji biologicznej i zabiegów pielęgnacyjnych;
- Doskonalenia procedur monitoringu, w tym kontroli roślinności na składowiskach odpadów, w celu ograniczenia ich negatywnego wpływu na zdrowie ludzi oraz poprawy jakości powietrza.

Publikacja [B1] podkreśla kluczową rolę kompleksowej analizy charakterystyki odcieków w kontekście prawidłowego ich zagospodarowania i oczyszczania. Warto podkreślić następujące punkty związane z tą pracą:

- Podkreślenie znaczenia wskaźnika LPI (*Leachate Pollution Index*) jako kluczowego narzędzia do oceny stopnia zanieczyszczenia (stężenia) odcieków;
- Identyfikacja parametrów odcieków oraz wzajemnego powiązania między nimi;
- Określenie zmienności czasowej odcieków składowiskowych;
- Podkreślenie znaczenia zrównoważonego zarządzania odciekami ze składowisk odpadów.

Wnioski z publikacji [B1] mają duże znaczenie dla praktyki inżynierskiej i zarządzania składowiskami odpadów. Kompleksowa analiza charakterystyki odcieków oraz ich składu stanowią kluczowe elementy w dbałości o środowisko naturalne i zapobiegania potencjalnym zagrożeniom dla zdrowia publicznego.

Praca [B2] podkreśla znaczenie rekultywacji technicznej, zwłaszcza w kontekście redukcji stężeń zanieczyszczeń w wodzie podziemnej na starych składowiskach odpadów, wskazując, że:

- Budowa pionowej bariery przeciwfiltracyjnej wokół starego składowiska (bez uszczelnienia podstawy) oraz wprowadzenie systemu drenażowego, to kluczowe działania techniczne mające na celu ograniczenie migracji zanieczyszczeń do wód podziemnych;

- Rekultywacja techniczna przyczynia się do znaczącego zmniejszenia stężenia jonów siarczanowych w wodzie podziemnej;
- Zabiegi rekultywacyjne przyczyniają się do stopniowej poprawy jakości wody gruntowej na terenach przyległych, która jest obserwowalna w dłuższej perspektywie czasowej, zależnej od warunków hydrogeologicznych.

Praca [B3] stanowi wkład w zakresie zrozumienia procesów transportu i migracji zanieczyszczeń w środowisku gruntowo-wodnym. Kluczowe aspekty tej pracy obejmują:

- Wykorzystanie badań laboratoryjnych w celu rozpoznania mechanizmów przenoszenia zanieczyszczeń w różnych ośrodkach gruntowych;
- Określenie wpływu właściwości ośrodka gruntowego, takie jak zawartość frakcji ilastej i powierzchnia właściwa, na sorpcję jonów amonowych w kontekście migracji zanieczyszczeń;
- Rozpoznanie uwarunkowań mechanizmów migracji zanieczyszczeń konserwatywnych i reaktywnych w gruntach spoistych i niespoistych;
- Modelowanie procesu sorpcji w gruntach naturalnych;
- Rozpoznanie zachowania się zanieczyszczeń w środowisku gruntowo-wodnym.

Osiągnięcia pracy [B3] są ważne z punktu widzenia zrównoważonego zarządzania środowiskiem i ochrony jakości wód gruntowych. Zrozumienie procesów transportu zanieczyszczeń w ośrodku gruntowym może pomóc w lepszym planowaniu i zarządzaniu terenami związanymi z działalnością człowieka, takimi jak składowiska odpadów czy obszary rolnicze, aby minimalizować ich wpływ na środowisko naturalne.

Przedstawione w publikacjach badania i analizy, ukazują proces rozpoznania zagrożeń ze źródeł antropogenicznych (głównie składowisk odpadów i intensywnej działalności rolniczej), dobór narzędzi do ich oceny (w tym nowych parametrów), wpływu stosowanych systemów zabezpieczeń technicznych na redukcję zagrożeń, obserwacje i zagrożenia wynikające z rekultywacji biologicznej (zagrożenia alergiczne) oraz zasad rozszerzonego monitoringu i zarządzania terenami składowisk i działalności rolniczej. Ponadto, prace wskazane do osiągnięcia naukowego ukazują tematyczne powiązania i potwierdzają konsekwentne podejście metodologiczne w badaniach nad zagrożeniami środowiskowymi wynikającymi z działalności antropogenicznej. Obejmują one wszystkie kluczowe aspekty oceny, monitorowania i zarządzania w celu minimalizacji zagrożeń, co stanowi ważny krok w kierunku zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska naturalnego.

4.6. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych z podziałem na okres przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Pracę naukowo-dydaktyczną w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego (SGGW) w Warszawie rozpoczęłam w październiku 2013 r., co wynikało z podjęcia studiów doktoranckich na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska oraz mojego zatrudnienia w roli asystenta naukowego w projekcie badawczym „*BIOPRODUKTY, innowacyjne technologie wytwarzania prozdrowotnych produktów piekarskich i makaronu o obniżonej kaloryczności*”, Zadanie 3: „*Monitorowanie wybranych elementów środowiska naturalnego w produkcji zbóż z wykorzystaniem narzędzi rolnictwa precyzyjnego*” [H5]. Projekt był współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego „*Innowacyjna Gospodarka 2007-2013*”.

Rozpoczęcie pracy naukowo-dydaktycznej na SGGW stanowiło dla mnie szansę na rozwijanie pasji badawczej oraz zdobywanie wiedzy i doświadczenia w zakresie inżynierii środowiska. Studia doktoranckie na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska otworzyły przed mną możliwości zgłębiania zagadnień związanych z ochroną środowiska naturalnego oraz rozwijania warsztatu badawczego.

Praca w projekcie *"BIOPRODUKTY..."* stanowiła nie tylko cenną okazję do udziału w badaniach naukowych, ale również pozwoliła mi zdobyć praktyczne doświadczenie w dziedzinie rolnictwa precyzyjnego i monitoringu elementów środowiska naturalnego.

W kolejnych latach pracy naukowo-dydaktycznej na SGGW miałam przyjemność współpracować z wieloma naukowcami oraz uczestniczyć w wielu projektach badawczych i dydaktycznych.

W badaniach do pracy doktorskiej pt. *„Migracja związków azotu pochodzenia nawozowego w środowisku gruntowo-wodnym”* (obroniona i wyróżniona decyzją Rady Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW z dn. 18.07.2018), skupiłam się na wpływie zanieczyszczeń pochodzących z rolnictwa na środowisko gruntowo-wodne. Praca powstała w ramach realizacji projektu *„BIOPRODUKTY..."*.

Za znaczące uważam uzyskanie w 2018 r. (przed obroną doktoratu) rocznego stypendium motywacyjnego od JM Rektora SGGW w Warszawie – jako wyróżnienie za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne młodych naukowców wyróżniających się działalnością naukową, szczególnie w zakresie uzyskiwania i realizacji projektów badawczych. W latach 2016 i 2018 zostałam także wyróżniona Nagrodą Zespołową II stopnia JM Rektora SGGW za działalność naukową.

Powyższe osiągnięcia poparte były moim dorobkiem publikacyjnym. W okresie **do uzyskania stopnia doktora** byłam autorką lub współautorką 19 publikacji naukowych, w tym 11 indeksowanych w bazie Web of Science (12 według bazy Scopus). Sumaryczny Impact Factor (IF) moich publikacji z okresu przed uzyskaniem stopnia doktora wynosi IF=13,498 (IF_{5-letni}=23,412). Cytowania moich publikacji powstałych przed uzyskaniem stopnia doktora wynoszą 254 według bazy Web of Science (201 bez autocytowań), 287 według bazy Scopus (213 bez autocytowań) oraz 406 według Google Scholar. Suma punktów za prace naukowe opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora, zgodnie z punktacją obowiązującą dla roku publikacji wynosi 280.

Zagadnienia badawcze podjęte podczas realizacji pracy doktorskiej kontynuowałam także w rozszerzonym zakresie w okresie po uzyskaniu stopnia doktora. Wypracowany warsztat badawczy wykorzystałam podczas realizacji projektu badawczego pt. *„Analiza procesów migracji zanieczyszczeń w środowisku gruntowo-wodnym z wykorzystaniem badań laboratoryjnych oraz technik modelowania numerycznego”* [H1], finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w ramach konkursu Preludium 13. W okresie od 21.02.2018 do 20.11.2021 byłam kierownikiem tego projektu. Na podstawie pozytywnej oceny merytorycznej Zespołu Ekspertów oraz Rady Narodowego Centrum Nauki umowę o realizację i finansowanie realizowanego przeze mnie projektu badawczego uznano za wykonaną (zgodnie z Pismem NCN - DRP.43.81.1.2022 z 14.12.2022).

Prowadzone przeze mnie badania obejmują kilka obszarów tematycznych, co potwierdza dorobek publikacyjny (Tabela 1) z okresu przed i po uzyskaniu stopnia doktora.

Tabela 1. Obszary tematyczne prac badawczych podejmowanych przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Obszar tematyczny badań	Publikacje naukowe*	
	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora
Monitoring obszarów rolniczych	C1, D14, E37, E39, E43, E44, E45, E46	E25**, E32**, E36,
Składowiska odpadów – badania, monitoring, rekultywacja	D11, D12, E38, E40, E41, E42, E47	D1**, D2**, D4, D5, D6, D7, D8, E2, E4, E5, E6**, E7**, E11, E12, E13, E14**, E18, E19, E23, E24**, E29, E30, E31, E33, E34, E35**,
Budownictwo zrównoważone	D15	D3, E1, E15, E16, E20
Badania laboratoryjne i obliczenia w inżynierii środowiska i budownictwie	E49	D9, E10, E17, E26, E27
Badania laboratoryjne na potrzeby oceny parametrów migracji zanieczyszczeń	D13, E48	D10**
Gospodarka o obiegu zamkniętym		E3, E8, E28
Modelowanie hydrogeologiczne		E9, E22
Ekologia i botanika		E21

*Oznaczenia publikacji zgodne z wykazem osiągnięć – Załącznik 4

** Publikacja wskazana w osiągnięciu naukowym

W okresie **po uzyskaniu stopnia doktora** byłam autorką lub współautorką 46 publikacji naukowych. Sumaryczna liczba punktów za publikacje powstałe w tym okresie, zgodnie z punktacją obowiązującą dla czasopism naukowych dla roku publikacji wynosi 3489. IF prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 114,253 (IF_{5-letni}=123,598). Cytowania prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora wynoszą 265 zgodnie z bazą Web of Science (222 bez autocytowań), 306 według bazy Scopus (199 bez autocytowań) oraz 403 według Google Scholar.

Punkty za wszystkie publikacje powstałe w okresie 2013-2023 wynoszą 3769, cytowania wynoszą 519 (423 bez autocytowań) według Web of Science, 593 (412 bez autocytowań) według bazy Scopus oraz 809 według Google Scholar. Liczba wszystkich publikacji indeksowanych w bazie Web of Science wynosi 45. W bazie Scopus znajduje się 50 publikacji. Indeks Hirscha wynosi 13 według bazy Web of Science, 13 według bazy Scopus i 15 według Google Scholar.

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

5.1. Współpraca międzynarodowa

5.1.1. Współpraca publikacyjna w międzynarodowym zespole autorów

Wszystkie moje publikacje powstałe w międzynarodowym zespole autorów dotyczyły okresu **po uzyskaniu stopnia doktora**. Uczestniczyłam w przygotowaniu 32 publikacji z naukowcami z 20 krajów reprezentującymi 41 różnych ośrodków naukowo-badawczych (Tabela 2). Ta wielostronna współpraca pozwoliła mi poszerzyć i zrozumieć różne perspektywy badawcze i pracować nad wieloma aspektami nauki, wpisującymi się w dyscyplinę inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Tabela 2. Zestawienie jednostek naukowo-badawczych o zasięgu międzynarodowym, z którymi nawiązano współpracę w ramach działalności naukowej.

Lp.	Nazwa jednostki naukowo-badawczej	Kraj	Liczba wspólnych artykułów	Publikacje z wykazu dokumentujące współpracę*
1	University of Brasilia	Brazylia	1	E28
2	Beijing Normal University	Chiny	1	E5
3	Southeast University		1	E5
4	Nanjing University		1	E28
5	University of Chinese Academy of Science		1	E28
6	Mendel University in Brno		Czechy	29
7	Brno University of Technology – VUT Brno	2		E8, E33
8	Agricultural Research, Ltd.,	1		E33
9	Ecole des Ponts Paris Tec	1		E16
10	Indian Institute of Technology Bombay	Indie	7	E2, E3, E5, E12, E15, E16, E28
11	Aarupadai Veedu Institute of Technology		2	E1, E20
12	Global Waste Management Cell Pvt Ltd		1	E28
13	Anand School of Architecture		1	E1
14	Trinity College Dublin	Irlandia	3	E15, E16, E28
15	Okayama University	Japonia	2	E3, E19
16	Bo & Associates Inc.	Kanada	1	E28
17	Christchurch Science Centre	Nowa Zelandia	1	E15
18	Laboratório Nacional de Engenharia Civil	Portugalia	1	E16
19	Deo Engineering & Management Pte. Ltd.,	Singapur	2	E16, E28

Lp.	Nazwa jednostki naukowo-badawczej	Kraj	Liczba wspólnych artykułów	Publikacje z wykazu dokumentujące współpracę*
20	Technical University of Košice	Słowacja	1	E8
21	University of Hawaii at Manoa	Stany	1	E5
22	Uberbinder, Inc., Seattle,	Zjednoczone	2	E15, E28
23	University of Illinois at Chicago		1	E16
24	Eastern Switzerland University of Applied Sciences	Szwajcaria	1	E15
25	University of Bern		1	E15
26	ETH Zürich		2	E15, E16
27	Artvin Coruh University	Turcja	2	E14, E33
28	National University of Water and Environmental Engineering	Ukraina	3	E17, E26, E27
29	Bay Zoltán Nonprofit Ltd. for Applied Research	Węgry	1	E8
30	Cardiff University	Wielka	1	E2
31	University of Leeds	Brytania	1	E5
32	Glasgow Caledonian University		1	E16
33	University of Florence	Włochy	2	E13, E14
34	PNAT s.r.l, via delle Cascine		1	E13
35	University of Milano-Bicocca		1	E14
36	Polytechnic University of Bari		2	E15, E16
37	HeidelbergCement Group		1	E15
38	Politecnico di Torino		1	E28
39	University of Porto		2	E16, E28
40	Abu Dhabi University	Zjednoczone Emiraty Arabskie	7	E2, E5, E14, E15, E16, E18, E28,
41	Zayed University		1	E16

*Oznaczenia publikacji zgodne z wykazem osiągnięć – Załącznik 4

5.1.2. Udział w projektach międzynarodowych

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam w realizacji dwóch projektów o międzynarodowym zasięgu.

Pierwszy z tych projektów [I1] pt. "Action for Education, Spatial Organisation and Planning for Sustainable Food (AESOP4FOOD)" jest finansowany w ramach programu Erasmus+. Numer projektu to 2021-1-NL01-KA220-HED-000023116, a czas realizacji obejmuje lata 2021-2024. W Projekcie uczestniczy 8 jednostek z 5 państw Unii Europejskiej (Holandia, Hiszpania, Belgia, Francja, Polska). Projekt ten skupia się na kwestiach związanych z edukacją, organizacją przestrzenną, planowaniem zrównoważonej produkcji żywności, gospodarką o obiegu zamkniętym oraz agroekologią. AESOP4FOOD tworzy wspólne, interdyscyplinarne europejskie działanie edukacyjne na temat zrównoważonego planowania żywności, przeznaczone zarówno dla uczniów, jak i nauczycieli, w celu rozwijania dyskusji w środowisku akademickim i wśród specjalistów z otoczenia społeczno-gospodarczego, zajmujących się planowaniem na potrzeby zrównoważonych systemów żywnościowych. Projekt wyznacza również nowe przesłanki dla doskonalenia praktyk nauczania w szkolnictwie wyższym, w tym zastosowania podejścia partycypacyjnego (*Participatory Action Learning and Action Research – PALAR*) i wsparcia nauczania w środowisku internetowym. W projekcie AESOP4FOOD dwukrotnie (w 2022 i 2023) przedstawiłam wykład pt. „Theoretical and

practical background of Monitoring&Evaluation methods” dla uczestników kursu on-line poświęconego zrównoważonemu projektowaniu systemów żywnościowych.

W projekcie pełnię rolę kierownika po stronie SGGW. Celem projektu jest propagowanie wiedzy i działań sprzyjających zrównoważonej produkcji żywności oraz rozwijanie strategii gospodarowania zasobami w sposób zrównoważony.

Drugi projekt [I2] jest finansowany przez Visegrad Fund i koncentruje się na zrównoważonym zarządzaniu fosforem. Projekt nosi nazwę *"PhosV4 – How to stay alive in V4? Phosphorus Friends Club builds V4's resilience"*. Projekt jest realizowany w latach 2022-2024. Celem projektu jest zwiększenie świadomości dotyczącej znaczenia fosforu w produkcji żywności w krajach Grupy Wyszehradzkiej (V4), czyli Czechach, na Węgrzech, w Polsce i Słowacji. W ramach projektu przeprowadzono inwentaryzację odpadów zawierających fosfor w tych krajach oraz przeprowadzono analizę ekonomiczną możliwości odzysku fosforu z tych odpadów. Ponadto, zorganizowano różne wydarzenia edukacyjne, w tym warsztaty i konferencje tematyczne. Podczas pierwszych warsztatów pt. *„PhosV4 Workshops - Our Phosphorus Raw Materials. Our Food. Our Future - V4's resilience in the face of pandemic”* uczestniczyłam w wygłoszeniu referatu pt. *„Phosphorus raw materials in Poland”* [F4].

Projekt ten jest również okazją do opracowania mapy drogowej zarządzania fosforem w krajach V4, która ma na celu przyspieszenie działań związanych z odzyskiwaniem fosforu i zwiększenie niezależności tych krajów od importu tego surowca, zwłaszcza w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa produkcji żywności. W ramach tego projektu pełniłem rolę koordynatora zadań prowadzonych w SGGW. W ramach realizacji projektu powstały dwie publikacje w czasopismach indeksowanych w bazie Web of Science [E8] oraz rozdział w wieloautorskiej monografii wydanej przez Elsevier w 2023 roku [D3].

Oba te projekty były dla mnie nie tylko okazją do prowadzenia badań i rozwoju naukowego, ale także do nawiązania cennych międzynarodowych kontaktów naukowych i wymiany doświadczeń.

5.1.3. Udział w konferencjach zagranicznych

Przed uzyskaniem stopnia doktora uczestniczyłam bezpośrednio lub jako współautorka referatu/posteru [F16, F17, F18, F19, F24, F30] w 5 konferencjach międzynarodowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam bezpośrednio lub jako współautorka referatu/posteru [F3, F4, F5, F6, F7, F12, F13] w 7 konferencjach międzynarodowych.

Szczegółowe informacje na temat prezentowanych referatów i posterów oraz lokalizacje wydarzeń o zasięgu międzynarodowym przedstawiłam w Wykazie Osiągnięć – Załącznik 4.

5.1.4. Zagraniczne staże naukowe i badawcze wyjazdy terenowe

Staż badawczy [K2] finansowany ze środków uzyskanych w ramach Własnego Funduszu Stypendialnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie realizowałam w okresie 01.09.2022 - 30.11.2022 na Uniwersytecie Mendla w Brnie (Faculty of AgriSciences, Department of Applied and Landscape Ecology). Opiekunem mojego stażu była prof. Dr. Ing. Milada Šťastná (kierownik Katedry). Tematem stażu badawczego było *„Monitorowanie jakości środowiska gruntowo-wodnego w rejonie składowisk odpadów komunalnych”*. Podjęte prace badawcze były ukierunkowane głównie na rozpoznanie źródeł

zanieczyszczenia w rejonie składowisk odpadów oraz analizę zmienności wskaźników zanieczyszczenia w wodzie podziemnej, gruntach i odciekach składowiskowych.

Kompleksowa ocena jakości środowiska gruntowo-wodnego w rejonie czeskich składowisk odpadów była poprzedzona przeglądem literatury oraz analizą dokumentacji archiwalnych, udostępnionych przez zarządcę obiektów. W celu rozpoznania stanu środowiska wykorzystałam dane z wieloletniego okresu monitoringu wybranych składowisk odpadów.

Podczas badań terenowych przeprowadzanych w rejonie składowisk odpadów pobrałam próbki gruntów i odcieków do badań laboratoryjnych w celu określenia wpływu odcieków na środowisko gruntowo-wodne. Dla gruntów pobranych z rejonu składowisk odpadów przeprowadziłam analizę podstawowych parametrów fizycznych oraz zawartości metali ciężkich. W warunkach laboratoryjnych zbadałam także wpływ odcieków na zmiany parametrów gruntów poddanych kontaktowi z odciekiem. Na tej podstawie sformułowałam wnioski dotyczące możliwości zatrzymywania zanieczyszczeń na materiale gruntowym w rejonie składowisk odpadów w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnych związanych z uwolnieniem odcieków ze składowiska do podłoża. Szczególną uwagę poświęciłam metalom ciężkim i ich zatrzymywaniu w gruntach/glebach w zależności od ich uziarnienia.

Kluczową część przeprowadzonych badań stanowiła analiza wyników monitoringu prowadzonego w rejonie składowisk odpadów. Na podstawie analizy udostępnionych wyników badań monitoringowych rozpoznałam możliwe ścieżki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w otoczeniu składowisk.

Podczas stażu badawczego, we współpracy z naukowcami z Mendel University w Brnie przygotowałam artykuł pt. „*Characteristics and pollution potential of leachate from municipal solid waste landfills: practical examples from Poland and the Czech Republic and a comprehensive evaluation in a global context*”. W artykule przedstawiłam wyniki analiz jakości odcieków oraz ich zmian w czasie, co stanowi uzupełnienie dotychczasowej wiedzy o właściwościach fizykochemicznych i potencjale zanieczyszczającym odcieków ze składowisk odpadów komunalnych na przykładzie wybranych składowisk czeskich w konfrontacji z wynikami monitoringu składowisk polskich, które analizowałam w swoich wcześniejszych pracach. W artykule przedstawiłam zmienność odcieków, zależności między parametrami oraz czynniki wpływające na ich skład. Wyniki tych badań wypełniają tzw. „luki w wiedzy” dotyczące jakości odcieków, ich potencjału zanieczyszczającego oraz możliwości odprowadzania do środowiska w warunkach czeskich i polskich. Artykuł został opublikowany w czasopiśmie *Journal of Environmental Management* (IF = 8.7, 200 pkt.) [A1].

Na podstawie wykonanych badań laboratoryjnych zanieczyszczenia gruntów metalami ciężkimi, przeanalizowałam ryzyko ekologiczne i zdrowotne związane z funkcjonowaniem składowisk odpadów, również rekultywowanych. W tym celu, na podstawie obliczeń szeregu wskaźników, określiłam stan zanieczyszczenia metalami ciężkimi (kadm, miedź, nikiel, ołów, cynk) w rejonie składowisk odpadów oraz zmiany tych wskaźników na skutek kontaktu gruntów z odciekami. Przeanalizowałam także czynniki narażenia metalami ciężkimi dla ludzkiego zdrowia na podstawie kilku modeli oceny ryzyka zdrowotnego.

Realizacja stażu badawczego na Uniwersytecie Mendla w Brnie przyczyniła się do wzbogacenia mojego warsztatu badawczego w zakresie monitorowania i oceny wpływu składowisk odpadów na środowisko naturalne. Prowadzenie badań z naukowcami z Brna miało również pozytywny wydźwięk w zakresie pogłębienia istniejącej współpracy oraz wzmocnienia aktywności publikacyjnej (**podczas stażu przygotowano dwa artykuły w polsko-czeskim składzie autorów – jeden z nich opublikowano [A1], a drugi obecnie jest na etapie recenzji**). Staż badawczy był dla mnie także okazją do wymiany wiedzy

i doświadczeń w zakresie tematyki składowisk odpadów, którą podejmuję w swojej pracy naukowej na macierzystej Uczelni. Naukowy pobyt badawczy w zagranicznej jednostce naukowej wzmocnił rangę mojej współpracy międzynarodowej, a także wyznaczył perspektywy dla dalszej współpracy i rozwoju naukowego, w tym możliwości przygotowania wspólnych wniosków projektowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam także w kilku krótkoterminowych wyjazdach naukowych do Uniwersytetu Mendla Brnie oraz na składowiska odpadów w miejscowościach Zdounky i Klatovy w Czechach. Wyjazdy te były okazją do poznania specyfiki pracy jednostek zajmujących się gospodarką odpadami oraz wykonania badań terenowych i poboru próbek z rejonu składowisk odpadów. Wyjazdy naukowo-badawcze na składowisko odpadów Štěpánovice (Klatovy) [K3] w sierpniu 2021 r. oraz na składowisko odpadów Zdounky-Kuchyňky w sierpniu 2021 r. [K4] i październiku 2021 r. [K5] były realizowane w ramach projektu „*Analiza procesów migracji zanieczyszczeń w środowisku gruntowo-wodnym z wykorzystaniem badań laboratoryjnych oraz technik modelowania numerycznego*” [H1] finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Podczas krótkoterminowych wyjazdów do Czech miałam okazję nawiązać współpracę w zakresie badań z przedsiębiorstwami zajmującymi się składowiskami odpadów, tj. DEPOZ, spol. s r.o., Zdounky oraz Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o..

Szczegóły na temat krótkoterminowych wyjazdów naukowo-badawczych przedstawiono w Wykazie Osiągnięć – Załącznik 4 [K1, K3, K4, K5].

5.1.5. Zagraniczne panele eksperckie

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam w dwóch panelach Komisji Ekspertkich poświęconych ocenie projektu „*LTC20001_Fire effect on soil*” w ramach programu INTER-EXCELLENCE, pod-programu INTER-COST, realizowanego przez Uniwersytet Mendla w Brnie. Posiedzenia Komisji Ekspertkich odbyły się on-line na platformie MS Teams w dniach 14.01.2022 [N2] oraz 19.05.2023 [N1].

5.1.6. Udział w komitetach redakcyjnych zagranicznych czasopism naukowych

Od listopada 2021 r. jestem członkiem Komitetu Naukowego czasopisma Environmental Geotechnics [L2], indeksowanego w bazie Web of Science (IF=2.2, Q3), wydawanego przez Institution of Civil Engineers w Londynie. Wykaz prezentujący wszystkich członków Komitetu Naukowego jest dostępny na stronie internetowej: <https://www.icevirtuallibrary.com/page/jenge/editorialpanel>.

5.1.7. Rola Guest Editor w wydaniach specjalnych czasopism naukowych

W 2022 r. pełniłam rolę Guest Editor [L1] w wydaniu specjalnym czasopisma Sustainability (IF=4.0). W numerze specjalnym pt. "*Environmental Monitoring and Impact Assessment for Sustainable Management*" opublikowano 12 artykułów naukowych. Szczegóły wydania specjalnego czasopisma dostępne są na stronie internetowej: https://www.mdpi.com/journal/sustainability/special_issues/Environmental_Monitoring_and_Impact_Assessment.

5.1.8. Recenzje zagranicznych artykułów naukowych

Po uzyskaniu stopnia doktora opracowałam recenzje 81 artykułów naukowych w 28 różnych czasopismach lub monografiach naukowych. Szczegółowe zestawienie liczby recenzowanych prac z uwzględnieniem tytułów czasopism, wydawnictw, wskaźników IF i punktów za te prace przedstawiono w Wykazie Osiągnięć – Załącznik 4 [Ł1- Ł28].

5.2. Współpraca krajowa

5.2.1. Współpraca publikacyjna z krajowymi jednostkami naukowo-badawczymi

Po uzyskaniu stopnia doktora prowadziłam współpracę z naukowcami z Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk (IGSMiE PAN) w Krakowie. Współpraca polegała na realizacji projektu pt. *“How to stay alive in V4? Phosphorus Friends Club builds V4's resilience”* [I2] finansowanego w ramach Visegrad Fund. W efekcie współpracy opublikowano artykuł pt. *“Inventory of Good Practices of Sustainable and Circular Phosphorus Management in the Visegrad Group”* [E8] w czasopiśmie Resources (IF=3,8). Prowadziłam również współpracę polegającą na przygotowaniu publikacji [E17] pt. *„Characterization of adsorbents from Ukrainian kaolinite clay for the sorption of nickel: insight and practical application for water treatment in conditions of economic constraints”* do czasopisma Desalination and Water Treatment (IF=1,1). W powstaniu publikacji uczestniczył pracownik Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.

Przed uzyskaniem stopnia doktora uczestniczyłam we współpracy polegającej na przygotowaniu artykułu [E40] pt. *„Impact of the municipal solid waste Łubna landfill on environmental pollution by heavy metals”* do czasopisma Water (IF=3,5) wraz z naukowcami z jednostek takich jak: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy oraz Polska Akademia Nauk Ogród Botaniczny - Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej w Powsinie. Publikacja cieszy się dość dużym zainteresowaniem, o czym świadczy jej liczba cytowań na poziomie 60 według bazy Web of Science, 71 według bazy Scopus oraz 116 według Google Scholar.

5.2.2. Udział w projektach krajowych

Przed uzyskaniem stopnia doktora uczestniczyłam w realizacji 3 projektów [H2, H3, H4] finansowanych w ramach wewnętrznego trybu konkursowego SGGW ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) oraz 1 projektu [H5] finansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Priorytet I. Badania i Rozwój nowoczesnych technologii. Działanie 1.3. Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe. Poddziałanie 1.3.1. Projekty rozwojowe, w którym byłam asystentem naukowym. Realizacja projektu [H2] była kontynuowana również w 2019 r., po uzyskaniu stopnia doktora.

Uczestniczyłam także w realizacji 1 projektu [H1] finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) w ramach konkursu Preludium 13, w którym byłam kierownikiem. Decyzję o finansowaniu projektu [H1] uzyskałam przed uzyskaniem stopnia doktora, natomiast projekt został zakończony i rozliczony w 2021 r., 3 lata po uzyskaniu stopnia doktora.

5.2.3. Udział w konferencjach krajowych

Przed uzyskaniem stopnia doktora uczestniczyłam bezpośrednio lub jako współautorka posterów/prezentacji [F20, F21, F22, F23, F25, F26, F27, F28, F29, F31] na 10 konferencjach krajowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam bezpośrednio lub jako współautorka posterów/prezentacji w 3 konferencjach krajowych, na których przedawniono 6 prac naukowych [F8, F9, F10, F11, F14, F15].

5.2.4. Opracowane ekspertyzy i opinie

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam w opracowaniu 14 ekspertyz i opinii z zakresu monitoringu, eksploatacji i rekultywacji składowisk odpadów, jak również ocen stanu zanieczyszczenia i oddziaływania obiektów inżynierskich na środowisko. Szczegółowe zestawienie wykonanych prac przedstawiono w Wykazie Osiągnięć – Załącznik 4 [P1-P14].

5.2.5. Opieka naukowa

W okresie 01.11.2018-01.12.2018 (**przed uzyskaniem stopnia doktora**) oraz 07.01.2019-18.01.2019 (**po uzyskaniu stopnia doktora**) pełniłam funkcję opiekuna praktyk studenta Ondřej Šindelář z Uniwersytetu Mendla w Brnie. Praktyka była realizowana w ramach *“Scholarship programme to support long-term traineeships of MENDELU doctoral students abroad”*.

W okresie maj-czerwiec 2018 (**przed uzyskaniem stopnia doktora**) koordynowałam badania prowadzone w ramach stażu doktoranckiego przez studentkę Alžbětu Maxianovą z Uniwersytetu Mendla w Brnie.

W latach 2022 i 2023 (miesiące czerwiec-sierpień) byłam opiekunem naukowym stażysty z Uniwersytetu Mendla w Brnie, doktora Jana Winklera.

W 2023 r. pełniłam rolę opiekuna naukowego stażystki – dr inż. Edyty Nartowskiej z Politechniki Świętokrzyskiej.

Pełnię również funkcję promotora pomocniczego pracy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Jakimiuk – doktorantki Szkoły Doktorskiej SGGW.

5.2.6. Przynależność do organizacji i stowarzyszeń

Od 2014 r. jestem Członkiem Polskiego Komitetu Geotechniki (PKG), Oddział Stołeczny oraz International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE).

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

6.1. Osiągnięcia dydaktyczne

6.1.1. Prowadzone zajęcia dydaktyczne

Od 2014 r. jestem zaangażowana w prowadzenie zajęć dydaktycznych na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW. W latach 2015-2019 prowadziłam także zajęcia na Wydziale Inżynierii Produkcji SGGW oraz na Wydziale Rolnictwa i Ekologii SGGW. Szczegółowe zestawienie prowadzonych zajęć dydaktycznych przedstawiłam w tabeli 3.

Tabela 3. Wykaz prowadzonych zajęć dydaktycznych.

Lp.	Przedmiot	Forma zajęć	Kierunek studiów	Forma studiów	Tryb
1	Circular economy and sustainable urban environment	Wykłady	Civil Engineering	Magisterskie	Stacjonarne
2	Geotechnika środowiskowa	Ćwiczenia	Inżynieria środowiska	Magisterskie	Stacjonarne, Niestacjonarne
3	Gospodarka o obiegu zamkniętym i zrównoważone środowisko miejskie	Wykłady	Budownictwo	Inżynierskie	Stacjonarne
4	Gospodarka odpadami	Wykłady, Ćwiczenia	Inżynieria środowiska	Inżynierskie	Stacjonarne, Niestacjonarne
5	Gospodarka odpadami i ściekami	Ćwiczenia	Technologie energii odnawialnej	Inżynierskie	Stacjonarne
6	Hydrogeologia	Ćwiczenia	Budownictwo	Magisterskie	Stacjonarne
7	Mechanika gruntów	Ćwiczenia	Budownictwo	Inżynierskie	Stacjonarne
8	Mechanika gruntów i geotechnika	Ćwiczenia	Inżynieria środowiska, Technologie energii odnawialnej	Inżynierskie	Stacjonarne, Niestacjonarne
9	Modelowanie i wizualizacja danych monitoringowych	Wykłady, ćwiczenia	Inżynieria i Gospodarka Wodna	Inżynierskie	Stacjonarne
10	Modelowanie numeryczne budowli hydrotechnicznych	Wykłady, Ćwiczenia	Inżynieria i gospodarka wodna	Magisterskie	Stacjonarne
11	Oddziaływanie obiektów wodnych na środowisko	Ćwiczenia	Inżynieria i gospodarka wodna	Inżynierskie	Stacjonarne
12	Postępowania środowiskowe w budownictwie	Wykłady	Budownictwo	Inżynierskie	Stacjonarne, niestacjonarne
13	Rekultywacja składowisk odpadów i oczyszczanie gleb	Wykłady, Ćwiczenia	Ochrona środowiska	Magisterskie	Stacjonarne
14	Rewitalizacja terenów zdegradowanych	Ćwiczenia	Budownictwo	Inżynierskie	Stacjonarne

Lp.	Przedmiot	Forma zajęć	Kierunek studiów	Forma studiów	Tryb
15	Składowiska odpadów	Wykłady, Ćwiczenia	Inżynieria środowiska, Budownictwo	Magisterskie	Stacjonarne, Niestacjonarne
16	Składowanie odpadów	Wykłady, Ćwiczenia	Ochrona środowiska	Inżynierskie	Stacjonarne
17	Techniczne sposoby oczyszczania gruntu	Ćwiczenia	Inżynieria środowiska	Inżynierskie	Stacjonarne
18	Transport zanieczyszczeń w wodach podziemnych	Wykłady, ćwiczenia	Budownictwo	Magisterskie	Stacjonarne
19	Waste landfills	Wykłady	Environmental Engineering	Magisterskie	Stacjonarne
20	Składowiska odpadów	Wykłady	Inżynieria ekologiczna	Magisterskie	Stacjonarne

6.1.2. Promotorstwo prac inżynierskich i magisterskich

W okresie 2019-2023 byłam promotorem 21 prac dyplomowych realizowanych w SGGW na kierunkach inżynieria środowiska, ochrona środowiska, budownictwo, technologie energii odnawialnej (Tabela 4).

Tabela 4. Wykaz prowadzonych prac dyplomowych.

Lp.	Tytuł pracy	Kierunek studiów	Rodzaj pracy	Data obrony
1	Analiza jakości wód podziemnych i powierzchniowych w rejonie starego składowiska odpadów z pionową przesłoną przeciwfiltracyjną	Inżynieria środowiska	Magisterska	21.07.2023
2	Wpływ starego składowiska odpadów na wybrane komponenty środowiska naturalnego	Ochrona środowiska	Magisterska	10.07.2023
3	Wykorzystanie biomasy w celach energetycznych na przykładzie Elektrociepłowni Siekierki w Warszawie	Inżynieria środowiska	Inżynierska	14.02.2023
4	Analiza etapów identyfikacji terenów historycznie zanieczyszczonych na przykładzie działek zlokalizowanych przy Placu Zawiszy w Warszawie	Inżynieria środowiska	Inżynierska	14.02.2023
5	Analiza migracji związków chloroorganicznych w profilu gruntowym z wykorzystaniem modelu VLEACH	Ochrona środowiska	Magisterska	19.01.2023
6	Analiza wpływu składowiska odpadów komunalnych na zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego metalami ciężkimi	Inżynieria środowiska	Magisterska	07.12.2022
7	Analiza gospodarki odpadami komunalnymi w gminie Łuków w latach 2016-2021	Inżynieria środowiska	Inżynierska	13.09.2022
8	Perspektywy energetycznego wykorzystania odpadów komunalnych w Polsce	Technologie energii odnawialnej	Inżynierska	07.02.2022
9	Analiza wpływu odcieków ze składowisk odpadów na środowisko gruntowo-wodne	Inżynieria środowiska	Magisterska	25.11.2021

Lp.	Tytuł pracy	Kierunek studiów	Rodzaj pracy	Data obrony
10	Analiza stateczności składowiska odpadów komunalnych z uwzględnieniem wzmocnień skarp oraz zmienności parametrów fizycznych i wytrzymałościowych odpadów	Budownictwo	Magisterska	27.07.2021
11	Prognozowanie migracji pestycydów w profilu gruntowym z wykorzystaniem modelu PESTAN	Inżynieria środowiska	Inżynierska	14.05.2021
12	Wpływ właściwości ośrodka gruntowego na migrację zanieczyszczeń chloroorganicznych	Inżynieria środowiska	Inżynierska	14.05.2021
13	Analiza wskaźnikowa wpływu starego składowiska odpadów na jakość wód podziemnych przed i po zastosowaniu zabiegów rekultywacyjnych	Inżynieria środowiska	Inżynierska	28.04.2021
14	Ocena wymywania zanieczyszczeń organicznych ze strefy aeracji do wód podziemnych z wykorzystaniem modelu VLEACH	Inżynieria środowiska	Inżynierska	16.02.2021
15	Ocena przydatności gruntów naturalnych do budowy przesłon izolacyjnych na składowiskach odpadów	Inżynieria środowiska	Inżynierska	27.10.2020
16	Wpływ płynnych zanieczyszczeń na właściwości gruntów stosowanych do budowy mineralnych barier uszczelniających składowiska odpadów	Inżynieria środowiska	Inżynierska	29.05.2020
17	Mieszanki gruntowo-bentonitowe w zastosowaniach inżynierskich	Budownictwo	Inżynierska	27.05.2020
18	Ocena właściwości inżynierskich gruntów zanieczyszczonych na podstawie badań laboratoryjnych	Budownictwo	Inżynierska	27.05.2020
19	Ocena właściwości filtracyjnych wybranych gruntów niespoistych z wykorzystaniem badań laboratoryjnych oraz wzorów empirycznych	Budownictwo	Inżynierska	14.05.2020
20	Wpływ dodatku bentonitu na właściwości inżynierskie materiałów stosowanych w uszczelnieniach składowisk odpadów	Inżynieria środowiska	Inżynierska	07.02.2020
21	Zagospodarowanie odpadów budowlanych na przykładzie inwestycji „Nowe Południe” przy ulicy Śródziemnomorskiej 41 w Warszawie	Inżynieria środowiska	Magisterska	18.07.2019

6.1.3. Recenzje prac inżynierskich i magisterskich

W okresie 2019-2023 byłam recenzentem 14 prac dyplomowych realizowanych w SGGW na kierunkach inżynieria środowiska, ochrona środowiska, inżynieria i gospodarka wodna oraz budownictwo (Tabela 5).

Tabela 5. Wykaz recenzowanych prac dyplomowych.

Lp.	Tytuł pracy	Kierunek studiów	Rodzaj pracy	Data obrony
1	Wpływ wybranej budowy zespołu budynków wielorodzinnych na środowisko oraz zagospodarowanie odpadów budowlanych	Inżynieria środowiska	Magisterska	28.04.2023
2	Metody usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych z wód gruntowych	Inżynieria i gospodarka wodna	Magisterska	10.03.2023
3	Charakterystyka gospodarki odpadami w gminie Kazimierz Dolny	Inżynieria środowiska	Magisterska	07.12.2022
4	Koncepcja modernizacji instalacji odgazowującej składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne na wybranym przykładzie	Inżynieria środowiska	Magisterska	13.07.2022
5	Zmiany oddziaływania składowiska odpadów Radiowo na tereny chronione w czasie eksploatacji i po rekultywacji	Inżynieria środowiska	Magisterska	11.03.2022
6	Wpływ Elektrowni Kozienice na elementy środowiska w Dolinie Środkowej Wisły	Inżynieria i gospodarka wodna	Inżynierska	07.02.2022
7	Wpływ zapory we Włocławku na wybrane elementy środowiska doliny Wisły	Inżynieria i gospodarka wodna	Inżynierska	07.02.2022
8	Systemy usuwania zanieczyszczeń z wód gruntowych	Inżynieria i gospodarka wodna	Inżynierska	25.02.2021
9	Projekt architektoniczno-budowlany domu jednorodzinnego typu bliźniak z rozwiązaniami niskoenergetycznymi	Budownictwo	Inżynierska	16.02.2021
10	Ocena oddziaływania na środowisko dużych obiektów wodnych na przykładzie zbiornika Wióry	Inżynieria i gospodarka wodna	Inżynierska	12.02.2021
11	Ocena stateczności skarp z uwzględnieniem konstrukcji wzmacniających	Budownictwo	Magisterska	16.07.2020
12	Metody stabilizacji i zabezpieczenia wykopów ewakuacyjnych w ramach Specjalistycznej Grupy Poszukiwawczo - Ratowniczej WARSZAWA-9	Budownictwo	Inżynierska	16.07.2019
13	Remont i stabilizacja skarp wraz z powierzchniami komunikacyjnymi przy budynkach mieszkalnych osiedla Stegny	Budownictwo	Magisterska	01.02.2019
14	Ocena skuteczności oczyszczania gruntów zanieczyszczonych węglowodorami z wykorzystaniem metody odpowietrzania	Inżynieria środowiska	Magisterska	19.07.2018

6.1.4. Opieka nad praktykantami i stażystami

W okresie 05.07.2021-20.09.2021 byłam opiekunem stażu pt. „*Field and laboratory testing in civil engineering*” realizowanego w ramach programu Erasmus+ przez studentkę Nermin Dağdelen z Afyon Kocatepe University (Turcja).

6.1.5. Koordynacja projektów dydaktycznych

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam w projekcie [H6] pt. „*Synergia – zintegrowany program rozwoju SGGW*” nr POWR.03.05.00-00-Z046/18, współfinansowanym z Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój na lata 2014-2020, Oś priorytetowa III. Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju, Działanie 3.5 Kompleksowe Programy Szkół Wyższych. Brałam udział w realizacji Zadania nr 3 w Module I – Programy Kształcenia – Włączenie wykładowców z zagranicy w prowadzenie zajęć. W projekcie pełniłam rolę Koordynatora Zadania na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska.

W ramach udziału w Projekcie byłam opiekunem 15 Profesorów Wizytujących prowadzących zajęcia dla studentów Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW. Podczas trwania projektu organizowałam zajęcia z przedmiotów prowadzonych na kierunkach Budownictwo oraz Inżynieria i Gospodarka Wodna. W latach 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 w ramach projektu w prowadzeniu zajęć dydaktycznych brali udział profesorowie z ośrodków naukowych takich jak: Belarusian National Technical University (Białoruś), Czech Technical University in Prague (Czechy), Neubrandenburg University of Applied Sciences (Niemcy), VŠB-Technical University of Ostrava (Czechy), Mendel University w Brnie (Czechy), Aarupadai Veedu Institute of Technology (Indie), Université Grenoble Alpes (Francja), Hanoi University of Mining and Geology (Wietnam), Universidad EAFIT (Kolumbia), Universidade de Lisboa (Portugalia) oraz Boğaziçi University (Turcja).

6.2. Osiągnięcia organizacyjne

6.2.1. Pełnione funkcje organizacyjne na Uczelni

Od 01.01.2021 r. pełnię funkcję Kierownika Katedry Rewitalizacji i Architektury w Instytucie Inżynierii Lądowej SGGW, składającej się z dwóch zakładów i aktualnie zatrudniającej 21 osób, w tym pięcioro pracowników samodzielnych.

Od 1.10.2020 r. jestem Sekretarzem Rady Programowej na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW

Od 1.10.2020 r. jestem członkiem Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

6.2.2. Udział w komitetach organizacyjnych

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam w komitetach organizacyjnych 3 konferencji [G1, G2, G3].

Przed uzyskaniem stopnia doktora byłam członkiem komitetu organizacyjnego 2 konferencji [G4, G6] oraz brałam udział w organizacji 70-lecia Studiów na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska [G5].

6.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę lub sztukę

Nie dotyczy.

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

7.1. Udział w szkoleniach i warsztatach

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam w 9 szkoleniach podnoszących moje kompetencje zawodowe (Tabela 6). Przed uzyskaniem stopnia doktora uczestniczyłam w 10 szkoleniach (Tab. 7).

Tabela 6. Wykaz szkoleń podnoszących kompetencje zawodowe – udział po uzyskaniu stopnia doktora.

Lp.	Nazwa szkolenie	Termin	Lokalizacja
1	„Pakiet MS Office dla dydaktyków”	25-26.09.2023	SGGW, Warszawa
2	PhosV4 Workshop “Inventory of phosphorus raw materials in V4”	15.11.2022	on-line
3	Program Erasmus+ Szkolnictwo Wyższe - Akcja 1 “Mobilność” (STA – Staff Mobility for Teaching),	14-18.02.2022	Uniwersytet Mendla w Brnie, Czechy
4	PhosV4 Workshop “Phosphorus recovery - challenges and perspectives in V4”	06.05.2022	on-line
5	Program Erasmus+ Szkolnictwo Wyższe - Akcja 1 “Mobilność” (STA – Staff Mobility for Teaching)	20-24.10.2021	Uniwersytet Mendla w Brnie, Czechy
6	Szkolenie pt. „Analizy wielowymiarowe”	16-17.12.2019	Statsoft, Kraków
7	Szkolenie pt. "Visual MODFLOW Flex: Wykorzystanie nowoczesnych metod i narzędzi w tworzeniu modeli hydrogeologicznych i wariantowych modeli konceptualnych"	26-27.03.2019	Gambit, Kraków,
8	Szkolenie pt. „Analizy chemometryczne w Statistica - kurs podstawowy”,	26-27.11.2018	Statsoft, Kraków
9	Warsztaty hydrogeologiczne dla młodych hydrogeologów pt. „Nowe technologie pozyskiwania danych hydrologicznych i hydrogeologicznych na potrzeby modelowania przepływu wód podziemnych”	16.10.2018	Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM, Poznań

Tabela 7. Wykaz szkoleń podnoszących kompetencje zawodowe – udział przed uzyskaniem stopnia doktora.

Lp.	Nazwa szkolenie	Termin	Instytucja, Lokalizacja
1	Szkolenie pt. "UnSat Suite Plus: Nowoczesne narzędzie dla modelowania przepływu wody i migracji zanieczyszczeń w strefie aeracji"	5-6.12.2017	Gambit, Kraków,
2	Szkolenie pt. „Nauczyciele akademicy SGGW wobec studentów niepełnosprawnych”	07.02.2017	SGGW, Warszawa
3	Szkolenie „STATISTICA kurs podstawowy”	5-6.10.2016	Statsoft, Kraków
4	Central Eastern European SWAT Workshop	30.05-02.06.2016	SGGW, Warszawa,
5	Szkolenie z zakresu wykorzystania programu Surfer „Mapy izolinii i wizualizacja danych przestrzennych w środowisku programu Surfer”	02.10.2015	Gambit, Kraków
6	Szkolenie z bazy Web of Science	08.12.2015	SGGW, Warszawa
7	Warsztaty pt. „Techniki prezentacji”,	25.05.2015	SGGW, Warszawa
8	Central Eastern European SWAT Workshop	11-13.05.2015	SGGW, Warszawa
9	Warsztaty pt. „Techniki pisania prac doktorskich i artykułów naukowych w naukach biologicznych”	25.03.2015	SGGW, Warszawa
10	Szkolenie pt. „Visual Modflow: Zasady tworzenia numerycznych modeli hydrogeologicznych”	23-24.10.2014	Gambit, Kraków,

7.2. Dyplomy i wyróżnienia

Podczas pracy naukowo-badawczej na Uczelni, wielokrotnie otrzymywałam nagrody Jego Magnificencji Rektora SGGW za osiągnięcia badawcze, organizacyjne i dydaktyczne (Tabela 8).

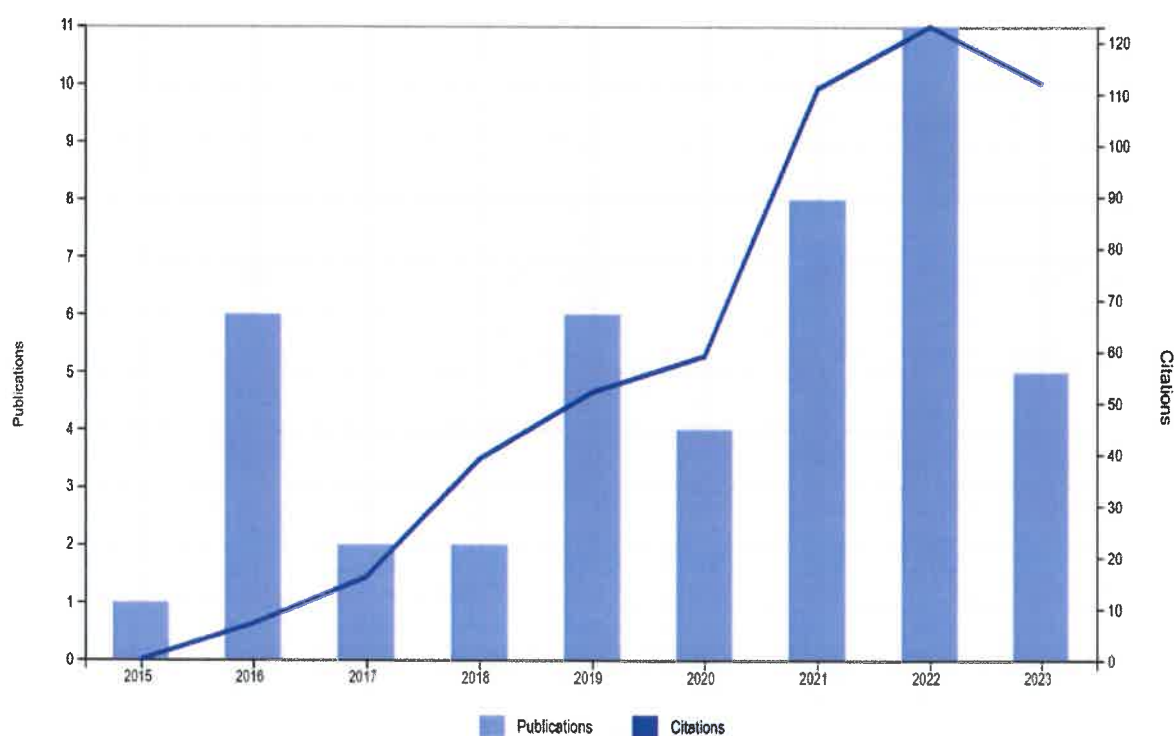
Tabela 8. Zestawienie dyplomów i wyróżnień uzyskanych przed i po uzyskaniu stopnia doktora.

Lp.	Rodzaj nagrody	Rok
1	Nagroda JM Rektora SGGW zespołowa II stopnia za osiągnięcia badawcze	2022
2	Wyróżnienie od JM Rektora SGGW za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne (roczne stypendium motywacyjne)	2022
3	Nagroda JM Rektora SGGW zespołowa II stopnia za osiągnięcia badawcze	2021
4	Nagroda JM Rektora SGGW zespołowa II stopnia za osiągnięcia badawcze	2020
5	Dyplom uznania JM Rektora SGGW w ramach nagrody zespołowej III stopnia za osiągnięcia organizacyjne	2019
6	Nagroda JM Rektora SGGW indywidualna III stopnia od za osiągnięcia naukowe	2019
7	Nagroda JM Rektora SGGW zespołowa II stopnia za osiągnięcia naukowe	2018
8	Wyróżnienie od JM Rektora SGGW za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne (roczne stypendium motywacyjne)	2018
9	Dyplom uznania JM Rektora SGGW za osiągnięcia naukowe	2017
10	Dyplom uznania JM Rektora SGGW za osiągnięcia naukowe	2016

7.3. Dane naukometryczne

Dane naukometryczne zestawiałam zgodnie ze stanem faktycznym na dzień 14.09.2023. Cytowania i liczbę prac indeksowanych w bazie Web of Science przedstawiłam na rysunku 1. Pozostałe wskaźniki dorobku naukowego przedstawiają się następująco:

- Indeks Hirscha: 13
- Liczba cytowań według Web of Science: 519
- Liczba cytowań według Web of Science (bez autocytowań): 423
- Liczba cytowań według Scopus: 593
- Liczba cytowań według Scopus (bez autocytowań): 412
- Liczba artykułów indeksowanych w Web of Science: 45
- Liczba artykułów indeksowanych w Scopus: 50



Rysunek 1. Wykaz publikacji i cytowań z okresu 2015-2023 według bazy Web of Science.

Wykaz wszystkich moich aktywności naukowo-badawczych, z podziałem na okres przed i po uzyskaniu stopnia doktora, zestawiałam w tabeli 9.

Tabela 9. Zestawienie aktywności przed i po uzyskaniu stopnia doktora.

Rodzaj aktywności	Wyszczególnienie	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora
Publikacje	Artykuły	13	36
	Rozdziały w monografiach	5	10
	Monografie	1	0
Wystąpienia naukowe	Prezentacje	10	10
	Postery	4	3
	Wykłady na zaproszenie	0	2
Komitety konferencyjne	Sekretarz	0	2
	Członek komitetu	3	1
Projekty badawcze i dydaktyczne	Kierownik	4	3
	Koordynator	0	2
	Asystent naukowy	1	0
Staże i wyjazdy naukowe	Długoterminowe (≥ 3 miesiące)	0	1
	Krótkoterminowe (< 3 miesiące)	0	3
Komitety redakcyjne	Edytor	0	1
	Członek Redakcji	0	1
Recenzje artykułów	200 pkt.	0	6
	140 pkt.	0	4
	100 pkt	0	40
	70 pkt	0	1
	40 pkt.	0	15
	20 pkt.	0	12
	5 pkt.	0	3
Programy międzynarodowe	Erasmus+	0	3
	Visegrad Fund	0	1
Zespoły eksperckie	Ocena projektów	0	2
Patenty	Zgłoszone	0	1
Ekspertyzy	Opinie i raporty	0	14

.....
Anna Podlasek
 (podpis wnioskodawcy)