

### Recenzja

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
w dziedzinie Nauk Rolniczych w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo  
dr inż. Dorocie Kawałko  
wykonana dla Rady Doskonałości Naukowej

Oceny dokonano zgodnie z Ustawą z dnia 20. lipca 2018 r.  
(Dz.U. z 2021r. poz. 478 z późn. zm., art. 267 ust. 2. litb.)  
oraz Ustawą z dnia 13 stycznia 2023 r. o zmianie ustawy  
(Dz.U. 2023 poz. 742, art. 219 ust.1.2b i 3) Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce  
na podstawie decyzji Rady Doskonałości Naukowej z dnia 25 września 2023 r.  
(pismo nr: DRKN.Z4.400.64.2023), o powołaniu mnie na recenzenta Komisji  
w postępowaniu habilitacyjnym  
dr inż. Doroty Kawałko z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu  
oraz informacji Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo,  
Pana prof. dr hab. Cezarego Kabały  
o podjęciu Uchwały o powołaniu Komisji Habilitacyjnej (Uchwała nr 89.RO.2023)

Recenzję wykonano na podstawie przekazanej dokumentacji, z której wykorzystano:

- autoreferat Kandydatki,
- osiągnięcie naukowe w skład, którego wchodzi 6 recenzowanych publikacji naukowych, opublikowanych w czasopiśmie z listy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, w tym 5 znajduje się w bazach WoS i JCR,
- kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego,
- wykazu opublikowanych prac naukowych,
- omówienia pozostałych osiągnięć badawczych,
- informacji o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę oraz innych informacji, zamieszczonych w autoreferacie.

### **I. Informacje o Habilitantce**

Pani dr inż. Dorota Kawałko odbyła studia na Wydziale Rolniczym Akademii Rolniczej we Wrocławiu zakończone (1995 r.) uzyskaniem dyplomu mgr inż. rolnictwa. Następnie ukończyła studia doktoranckie na tym samym Wydziale i Uczelni. Tytuł rozprawy doktorskiej to: **„Skład i właściwości gleb wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślęzańskiego Parku Krajobrazowego” (1999 r.)**. Rozprawę doktorską wykonała pod kierunkiem Pana prof. dr hab. Tadeusza Chodaka, a recenzentami byli: Pan prof. dr hab. Stanisław Laskowski z Uniwersytetu Łódzkiego i Pan prof. dr hab. Leszek Szerszeń z Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

Pani dr inż. Dorota Kawałko poszerzyła swoją wiedzę na: Podyplomowym Studium Prawa Ochrony Środowiska, odbytym na Wydziale Prawa, Administracji i Ekonomii, Uniwersytet Wrocławski (2008 r.). W trakcie dalszej pracy zawodowej odbyła kilka szkoleń związanych z ochroną środowiska, a to umożliwiło Jej podejmowanie licznej działalności eksperckiej w tym zakresie. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (1999 r.) została zatrudniona na stanowisku adiunkta (i nadal), obecnie w Instytucie Nauk o Glebie, Żywności, Roślin i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu (na zasadzie mianowania, umowa o pracę na czas nieokreślony). W dotychczasowej pracy zawodowej, Habilitantka wykazała się dużą aktywnością w pozyskiwaniu grantów: uczestniczyła w realizacji 4 grantów KBN, w tym w 1 była kierownikiem projektu, w 1 głównym wykonawcą, a w 2 wykonawcą. Habilitantka była również wykonawcą w 1 projekcie UE i kierownikiem w 1 grantzie uczelnianym.

Pani dr inż. Dorota Kawałko osiągnęła wysokie wskaźniki naukometyczne: za całość dorobku naukowego sumaryczny Impact Factor za publikacje naukowe IF: 41,19, w tym ΣIF: 13,9 wchodzi w skład dzieła naukowego.

Liczba cytowań wg bazy Web of Science (opcja Core Collection) wynosi 139 (bez autocytowań – 119), a wg bazy Scopus: 164 (bez autocytowań – 121). Indeks Hirscha wg WoS wynosi 6, a w bazie Scopus: 7.

Pani dr inż. Dorota Kawałko opublikowała łącznie 78 prac naukowych, w tym 76 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Liczba prac znajdujących się na liście JCR wynosi 19 na sumę punktów – 1155. Liczba publikacji naukowych z listy MNIŚW wynosi 44 (bez IF) na sumę punktów – 304. Poza listą MNIŚW opublikowała – 11 prac naukowych. Habilitantka posiada w swoim dorobku naukowym – 1 monografię i 3 rozdziały w monografiach na sumę punktów – 54. W skład osiągnięcia naukowego zaliczono 5 prac naukowych ze wskaźnikiem IF i 1 z listy MNIŚW (bez IF) na sumę punktów – 525.

Łączna suma punktów za publikacje naukowe wynosi – 1513.

Fakt, który zasługuje na szczególną uwagę, to posiadanie przez Habilitantkę w swoim dorobku naukowym 11 prac samodzielnych (jednoautorskich). To świadczy o Jej dojrzałości naukowej w samodzielnym i metodycznie poprawnym prowadzeniu badań naukowych oraz umiejętności interpretacji naukowej wyników badań.

Niektóre z Jej prac naukowych były zrealizowane w dużych zespołach badawczych, wspólnie z naukowcami z innych uczelni m.in. Politechniki Opolskiej, Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie (1 praca), a także z Centrum Badawczo Rozwojowym CUPRUM i Państwowym Instytutem Geologicznym (3 prace).

Pani dr inż. Dorota Kawałko posiada w dorobku także współpracę naukową z Instytutem Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, UAM w Poznaniu (1) oraz z Wydziałem Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, czego efektem są także wspólne publikacje naukowe (2). Współpraca interdyscyplinarna z zespołami naukowców w kraju umożliwiła przygotowanie raportów o stanie środowiska. Uczestniczyła również w badaniach nad doskonaleniem metod analiz laboratoryjnych nad uziarnieniem gleb, przy udziale naukowców z zagranicy: Uniwersytet w Debreczynie (Węgry) i Laboratorium Badawcze AGROLAB (Sarstedt) Niemcy (2). Rezultatem tej współpracy było wprowadzenie na rynek krajowy i zagraniczny nowoczesnego aparatu do oznaczania składu granulometrycznego gleby wg nowej metody dynamometrycznej (2).

Jest to wartościowy dorobek naukowy, który został wielokrotnie powiększony po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Działalność naukowa Habilitantki została wyróżniona przez JM Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu nagrodami za osiągnięcia naukowe: 3 Nagrody Zespołowe: I, II i III stopnia oraz Nagroda Indywidualna za osiągnięcia naukowe. Habilitantka została również odznaczona Srebrnym Medalem za Długoletnią Służbę.

W działalności dydaktycznej, popularyzującej naukę i organizacyjnej posiada również bogaty dorobek. Prowadzi zajęcia dydaktyczne ze studentami studiów inżynierskich i magisterskich, wykłady i ćwiczenia (laboratoryjne, audytoryjne i terenowe) na 3 kierunkach studiów. W ramach zajęć ogólnouczelnianych (wykłady i ćwiczenia), na uwagę zasługuje prowadzenie 2 przedmiotów w języku angielskim dla studentów programu ERASMUS, w tym 1 przedmiot przygotowała samodzielnie. Habilitantka uzyskała czterokrotnie najwyższą ocenę w ankiecie studentów oceniających jakość zajęć dydaktycznych. Była również koordynatorem dla kierunku Ochrona Środowiska (2011-2015) w ramach projektu pt.: Kierunki zamawiane UP we Wrocławiu – biotechnologia i ochrona środowiska, Program Operacyjny Kapitał Ludzki, priorytet IV: “Szkolnictwo i Nauka”, współfinansowany ze środków UE w ramach EFS.

Była promotorem 59 prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich) i recenzentem 42 prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich).

Wyniki swoich badań zaprezentowała na 42 konferencjach i sympozjach krajowych i zagranicznych w formie wystąpień ustnych (7) i prezentowanych posterów (77), opublikowanych w książkach komunikatów/streszczeń. Oprócz w/w (7) referatów, Habilitantka jest współautorką 10-ciu referatów wygłoszonych na konferencjach krajowych i zagranicznych. Była również członkiem 8-miu Komitetów organizacyjnych Konferencji naukowych krajowych i międzynarodowych. Pani dr inż. Dorota Kawałko jest członkiem zwyczajnym Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (PTG), Polskiego Towarzystwa Substancji Humusowych (PTSH) – członek Komisji Rewizyjnej (2013-2014) i Polskiego Towarzystwa Leśnego (PTL) oraz członkiem zwyczajnym 2 towarzystw międzynarodowych: International Humic Substances Society (IHSS) i International Union Soil Society (IUSS).

Pani dr inż. Dorota Kawałko odbyła staż krajowy na Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym w Bydgoszczy na Wydziale Rolnictwa i Biotechnologii, Pracownia Gleboznawstwa i Biochemii, pod opieką prof. dr hab. Mirosława Kobierskiego (czerwiec-lipiec 2021 r.).

Pani dr inż. Dorota Kawałko współpracuje bardzo aktywnie z sektorem gospodarczym w zakresie doradztwa eksperckiego, wykonując m.in. 7 specjalistycznych ekspertyz, na zamówienie Przedsiębiorstwa Doradztwa i Wdrożeń Arcanum (Sp. z o.o.) oraz 3 działania eksperckie na rzecz tego samego podmiotu. Wykonała również 3 operaty glebowe do potrzeb melioracji gruntów. Uczestniczyła również w pracach 2 zespołów eksperckich do współpracy z gminami, które zostały powołane przez Prorektora ds. Współpracy UPW.

Za działalność organizacyjną otrzymała dyplom – ocena wyróżniająca – w ocenie pracowników Wydziału Przyrodniczo-Technologicznego w grupie asystentów, wykładowców, starszych wykładowców i adiunktów.

Pani dr inż. Dorota Kawałko była recenzentem 5-ciu prac naukowych do czasopism o zasięgu międzynarodowym (m.in. Sylwan, Soil Science Annual, Catena).

Pani dr inż. Dorota Kawałko pełniła funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr Krzysztofa Papugi, wykonanej pod opieką naukową prof. dr hab. Jarosława Kaszubkiewicza, na Wydziale Przyrodniczo-Technologicznym UP we Wrocławiu.

## **II. Ocena osiągnięcia naukowego**

Osiągnięcie naukowe Pani dr inż. Doroty Kawałko stanowi jednotematyczny cykl publikacji pt. "Kształtowanie się właściwości mad rzecznych środkowej Odry w warunkach regulacji doliny rzecznej". W skład osiągnięcia naukowego wchodzi 6 oryginalnych publikacji naukowych, w tym 5 publikacji znajdujących się na liście JCR. Sumaryczny IF: 13,903, a suma punktów z listy czasopism MNiSW/MSiN wynosi 525, w tym suma punktów 5-ciu czasopism z listy JCR – 385.

Pani dr inż. Dorota Kawałko jest pierwszym autorem w tych pracach naukowych i uczestniczyła aktywnie w ich powstawaniu: sformułowanie problemu badań i ogólna koncepcja badań, opracowanie metodologii, przeprowadzenie badań terenowych, analizy laboratoryjne, dokumentacja wyników, analiza wyników, sporządzenie interpretacji graficznej i statystycznej, opracowanie przeglądu literatury, przygotowanie dyskusji i wniosków, przygotowanie manuskryptu artykułu, przygotowanie manuskryptu po recenzji (w 5-ciu pracach), a w 1 pracy brała udział w nieco mniejszym zakresie, lecz sprawowała opiekę merytoryczną nad projektem badawczym. Jej wkład w powstanie osiągnięcia naukowego jest zdecydowanie dominujący, potwierdzony przez oświadczenia współautorów i wystarczający do przypisania go na rzecz pierwszego autora. Badania, które stanowią podstawę niniejszego cyklu publikacji, były realizowane w ramach projektu finansowanego ze środków NCN (nr NN305154537).

Na podstawie prac naukowych wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji, Habilitantka przygotowała autoreferat składający się z następujących rozdziałów: 4.1. Wykaz prac naukowych wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji; 4.2. Wprowadzenie; 4.3. Główne cele badawcze; 4.4. Obszary i obiekty badawcze; 4.4.1. Metodyka badań; 4.4.2. Analizy laboratoryjne; 4.5. Najważniejsze wyniki badań; 4.6. Podsumowanie oraz 4.7. Bibliografia.

W autoreferacie napisanym przejrzysto Habilitantka zacytowała 87 najważniejszych pozycji bibliograficznych, wybrane spośród zestawionych 342, wchodzących w skład cyklu. To świadczy o szerokim zapoznaniu Habilitantki z przedmiotową literaturą w realizowanej problematyce badawczej z zakresu swojego osiągnięcia naukowego.

**We wprowadzeniu (4.2.)** nakreśliła problemy związane z glebami dolin rzecznych, ich kształtowanie i rozwój w warunkach naturalnych, które zachowują wówczas dużą wilgotność nawet w warunkach suszy, a poprzez akumulację substratu glebowego, zwiększa się ich zasobność. Ponadto ilość warstw w profilach glebowych i ich układ przestrzenny, wciąż ulegają przekształceniom, powodowanym w trakcie współczesnych zalewów, które wprowadzają nowy nanos, a także erodują starsze materiały. W genezę mad wpisuje się cykliczne przeobrażenie powierzchni obszaru zalewowego, a tym samym modyfikacja mikroreliefu. Zwróciła uwagę na dynamikę procesów rzecznych, mikroklimat i hydrologiczną łączność ze wszystkimi abiotycznymi i biotycznymi elementami środowiska, które zapewniają specyficzną różnorodność i dynamikę siedlisk dolin rzecznych. Podkreśliła, że w warunkach Polski na rozległych powierzchniach gleb aluwialnych powstają lasy łąkowe, których

występowanie zależy od częstości zalewów wodami rzecznyymi. Siedliska łągowe charakteryzuje duża żyzność, co sprzyjało działaniom człowieka w kierunku przekształceń nadrzecznych terenów leśnych na użytki rolne: jako grunty orne pod rośliny o dużych wymaganiach oraz łąki i pastwiska na terenach mocno wilgotnych. Habilitantka w dalszej części opisała działania regulacyjne i generalną kanalizację rzeki Odry. Zwróciła także uwagę na budowę obwałowań na Odrze, co było przyczyną zmian w szacie roślinnej, na skutek odcięcia lasów łągowych od zalewów, co zainicjowało procesy przekształceń roślinności, określane jako grądowienie. Obecnie łągi stanowią grupę najsilniej zagrożonych zbiorowisk leśnych w Europie. Regulacja rzek ma swoje konsekwencje w morfologii gleb występujących na obszarze doliny rzecznej. Obniżenie poziomu wody gruntowej, eliminacja wylewów rzeki, oznacza zahamowanie dopływu naturalnego substratu glebowego i silne zahamowanie procesów geomorfologicznych. W miarę upływu czasu zwiększa się miąższość poziomu próchnicznego, zanika stratyfikacja warstw, nasila się proces brunatnienia lub rdzawienia w przypadku utworów piaszczystych. Rzeka Odra wraz z dopływami zbiera wody z Górnego Śląska, gdzie zlokalizowane są liczne historyczne i współcześnie działające kopalnie węgla oraz rud metali. Duże ilości pierwiastków śladowych są uwalniane do środowiska podczas eksploatacji i przeróbki rud cynkowo-ołowiowych, które trafiają do osadów dennych niesionych przez rzeki. Akumulacja tych pierwiastków następuje w obrębie terasy zalewowej Odry, zwłaszcza powyżej Wrocławia. Zmiany warunków redoks w glebach zalewowych, to jeden z ważnych czynników decydujących o mobilności i biodostępności pierwiastków potencjalnie toksycznych (PTE), co ma istotne znaczenie dla mad użytkowanych rolniczo.

Cykl publikacji naukowych (osiągnięcie naukowe) stanowi próbę kompleksowego poznania kierunków i intensywności przemian cech morfologicznych w profilach gleb aluwialnych (A1., A2.), procesów transformacji i przemiany materii organicznej (A3., A4.) i zmian właściwości fizykochemicznych tych gleb (A1., A5.), ze szczególnym uwzględnieniem gleb użytkowanych rolniczo (A1., A2., A4., A5.). Podjęto również próbę oceny ryzyka środowiskowego, związanego z akumulacją pierwiastków potencjalnie toksycznych, transportowanych przez wody rzeki Odry (A5., A6.), która w górnym biegu przepływa przez tereny historycznego i współczesnego górnictwa oraz przemysłu ciężkiego.

We wprowadzeniu: Habilitantka zacytowała 51 pozycji bibliograficznych.

**W rozdziale (4.3.) główne cele badawcze**, Habilitantka przedstawiła 5 celów badawczych:

1. Analiza kierunków i intensywności przemian cech morfologicznych i właściwości fizykochemicznych gleb aluwialnych o różnym sposobie użytkowania w warunkach regulacji rzeki.
2. Rozpoznanie dynamiki rozkładu i zmian właściwości chemicznych opadu organicznego w różnie zmienionych siedliskach łągowych w dolinie środkowej Odry.
3. Ocena zróżnicowania spektroskopowych właściwości kwasów humusowych (HA) w madach użytkowanych jako łąki i lasy.
4. Analiza profilowego rozmieszczenia potencjalnie toksycznych metali (i metaloidu AS) w glebach doliny zalewowej oraz wskazanie czynników determinujących ich akumulację.

5. Ocena ryzyka środowiskowego w oparciu o wskaźniki zanieczyszczenia geochemicznego oraz rozpuszczalność i skład frakcyjny wybranych pierwiastków pochodzenia antropogenicznego w madach użytkowanych rolniczo.

Habilitantka postawiła sobie ambitne cele badań w zakresie osiągnięcia naukowego, które zrealizowała całościowo. Przedstawione wyniki badań znacząco uzupełniają wiedzę niezbędną do oceny przydatności mad do użytkowania rolniczego, co wciąż stanowi problem zarówno ze względu na genezę tych gleb, jak i cykliczne przeobrażanie powierzchni terenu zalewowego oraz działalność antropogeniczną. Rezultaty badań będą miały także praktyczne zastosowanie przy planowaniu modyfikacji gospodarki leśnej w dolinie rzecznej, m.in. przy jakościowej i ilościowej zmianie składu gatunkowego. Wzbogacenie gleby w różne pierwiastki w większych odległościach od źródła zanieczyszczenia, relacje między pierwiastkami i rozkład w profilu mogą dostarczyć ważnych informacji o ich zachowaniu w środowisku, a tym samym pomóc w podjęciu działań w celu ograniczenia potencjalnego ryzyka środowiskowego, związanego z zagospodarowaniem rolniczym.

**W rozdziale (4.4.) obszary i obiekty badawcze**, Habilitantka w wystarczającym stopniu scharakteryzowała teren badań, przedstawiając zwięzły opis oraz Rycinę 1, na której zaznaczono punkty A, B, C, gdzie prowadzono szczegółowe badania.

Badania przeprowadzono w nizinnej dolinie Odry w jej środkowym biegu, poniżej Wrocławia (Ryc. 1). Krajobraz ukształtował się w okresie zlodowacenia, a powstanie szerokiej doliny rzeki wiązało się z wpływem mas wodnych z topniejącego lodowca. Dolinę otaczają gliny moreny dennej, pokryte piaskiem polodowcowo-rzeczny, często eoliczny. Terasy rzeczne plejstoceny, powstały w czasie zlodowacenia, składają się wyłącznie z piasków i żwirów, a tereny holoceny często zawierają przewarstwienia drobnoziarniste (gliny, ilów i pyłów). Powierzchniowe warstwy terenów tworzą przeważnie gliny lub pyły o miąższości 30–90 cm, lokalnie do 3,5 m.

W wyniku regulacji Odry i budowy wałów przeciwpowodziowych udokumentowano obniżenie wód gruntowych. W rezultacie poziom wód gruntowych znajduje się poza umowną dolną granicą profili glebowych (przez znaczną część roku). Do badań wytypowano miejsca położone w większości na najniższej terasie (dawnej równinie zalewowej) po obu stronach Odry. Profile glebowe (łącznie 34) zlokalizowane były w 8 transektach i obejmowały 14 profili w strefie międzywala i 20 profili na zawału. Wytypowane stanowiska reprezentowały (Ryc. 1): lasy – 3 różne zbiorowiska roślinne: łąg wiązowo-jesionowy; łąg ulegający przesuszeniu, czyli łąg zgrądowiały i las grądowy – obszary A i B; użytki rolne: łąki i pola uprawne – obszar C. W tym rozdziale Habilitantka zacytowała 6 pozycji bibliograficznych.

**W rozdziale (4.4.1.)** Metodyka badań Habilitantka opisała szczegółowo i poprawnie metodycznie prace terenowe i doświadczenia terenowe.

- Prace terenowe

Badania, które przedstawiła w poszczególnych publikacjach, wchodzących w skład niniejszego cyklu, obejmowały szczegółowo opisane prace terenowe i analizy laboratoryjne. W ramach prac terenowych odsłonięto profile glebowe do głębokości 1,5 m lub do poziomu wód gruntowych. W badaniach terenowych analizowano cechy morfologiczne. Morfologię gleb opisano zgodnie z wytycznymi FAO. Zwrócono szczególną uwagę na rodzaj, formę i intensywność cech redoksymetrycznych, a także na strukturę i barwę gleby w poszczególnych

warstwach. Gleby sklasyfikowano wg klasyfikacji WRB (IUSS 2014) oraz Systematyki gleb Polski (SgP 2019). Do określenia stopnia intensywności cech opadowoglejowych i gruntowoglejowych, zaproponowano własne określenia oglejenia opadowego (Tab. 1). Barwę gleby w stanie wilgotnym określiła za pomocą skali Munsella.

Po wydzieleniu poziomów genetycznych pobrano próbki glebowe o naruszonej strukturze do oznaczeń, które uśredniono z całej miąższości wyróżnionych warstw sedymentacyjnych oraz pogrzebanych poziomów próchnicznych. W każdym profilu co najmniej z 3 poziomów genetycznych pobrano próbki o zachowanej strukturze do metalowych cylinderków o objętości 100 cm<sup>3</sup>.

- Doświadczenia terenowe

Dotyczyły 1 z transektów, który przebiegał przez 3 zbiorowiska roślinne: las łęgowy, łąg zgrądowiasty i las grądowy, na których założono doświadczenia, mające na celu zbadania tempa rozkładu opadu organicznego metodą woreczków ściółkowych. Pierwsze pobranie materiału wykonano w październiku. Kolejne pobranie miało miejsce w listopadzie. Zbiór dokonywano co kwartał (z wyjątkiem zimy) w okresie dwuletnim.

Diagnozę siedlisk leśnych wykonano na podstawie metody SIG, opracowanej przez Zespół profesora dr hab. Stanisława Brozka.

Habilitantka zacytowała 6 pozycji bibliograficznych, jako odnośniki do metod badawczych.

**W rozdziale (4.4.2.)** Analizy laboratoryjne, Habilitantka podała opisy do analiz gleb, analizy ściółek i interpretacji wyników.

- Analizy gleb wykonano powszechnie przyjętymi metodami w badaniach gleboznawczych i chemiczno-rolniczych oraz w naukach leśnych. Zostały one szczegółowo i poprawnie opisane w autoreferacie ze wskazaniem zastosowanej nowoczesnej aparatury badawczej. W badaniach laboratoryjnych zastosowano ponad 15 metod analitycznych do oznaczeń właściwości fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych gleby. Habilitantka wykazała się bardzo dobrą znajomością metod i procedur analitycznych, stosowanych w badaniach naukowych z tej dziedziny.
- Analizy ściółek analizowano typowymi metodami stosowanymi w analizach próbek materiału roślinnego (C, N, przyswajalne formy P, K i Mg).
- Interpretacja wyników z badań terenowych: obejmuje właściwości gleb, jak i zebranego materiału roślinnego, poddane opisowej analizie statystycznej. Zastosowano kilka testów do weryfikacji normalności rozkładów wyników badanych właściwości. Dla zmiennych, które nie wykazywały rozkładu normalnego zastosowano transformację logarytmiczną. Po stwierdzeniu normalności rozkładów poszczególne wyniki scharakteryzowano poprzez statystyki opisowe. W ocenie zróżnicowania pomiędzy grupami wykorzystano analizę wariancji ANOVA,  $p < 0,05$ .

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

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

Analizy statystyczne wykonano przy użyciu oprogramowania Statistica 12 i 13 (Dell Inc.), a do sporządzenia wykresów w niektórych wypadkach posłużono się narzędziami dostępnymi w programie Excel 2010 (Microsoft).

Habilitantka opanowała dobrze metody analizy statystycznej, które zastosowała prawidłowo w analizie i interpretacji statystycznej wyników badań.

**W rozdziale (4.5.)** Najważniejsze wyniki badań Habilitantka opisała w poszczególnych 6-ciu pracach naukowych wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. Wyniki te opublikowała w latach 2017–2023 w czasopismach o zasięgu międzynarodowym (5 publikacji z listy JCR), a 1 publikacja (bez IF – 140 pkt), (A1.–A6.).

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

**Kawałko D.,** Jezierski P., Kabała C. (2021):

Morphology and physicochemical properties of alluvial soils in riparian forests after river regulation. *Forests* 12(3), 329.

Problemem badawczym, zaprezentowanym w pierwszej pracy (A1.), była analiza kierunków i intensywności przemian cech morfologicznych i właściwości fizykochemicznych w profilach gleb leśnych, zlokalizowanych na obszarze, gdzie nastąpiło trwałe obniżenie poziomu wód gruntowych.

Regulacja rzek wiązała się zwykle z przekształceniem użytkowania gruntów w kierunku poszerzenia powierzchni uprawnej, co wymagało osuszenia terasów rzecznych. Efekty odwodnienia to m.in. zmiany składu florystycznego zbiorowisk leśnych.

Badania przeprowadzone na terenie Nadleśnictwa Wołów, które zlokalizowano na najniższej terasie (łącznie 21 profili glebowych), pod 3 zbiorowiskami leśnymi, tj.: typowy las łęgowy, las łęgowy zgrądowiały i las grądowy. W trakcie prac terenowych (wykonanych w miesiącach letnich), woda gruntowa nie była zaobserwowana w żadnym z profili glebowych do głębokości 150 cm. Analizowane gleby wykazały stratyfikację, uziarnienie warstw gleb było zróżnicowane (od piaszczystych, po pyłowo-ilaste). Nie stwierdzono wyraźnego związku zróżnicowania profili glebowych w zależności od ich położenia w dolinie rzeki. Warstwy drobnoziarniste charakteryzowały się wysoką wartością sumy kationów zasadowych (BC) w przeciwieństwie do warstw piaszczystych. Poziomy glebowe miały w większości stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (BS) powyżej 50%, typowy dla gleb eutroficznych. BC i efektywna pojemność wymienna kationów (ECEC) były istotnie dodatnio skorelowane z zawartością łu i węgla organicznego (SOC). Kwasowość wymienna była słabo skorelowana, a wartości pH nie były skorelowane tak z łem, jak i z SOC. Zawartość SOC i frakcji łu były ujemnie skorelowane, a analiza PCA ujawniła wyraźny związek między BC, ECEC i BS zarówno z SOC, jak i łem. Stąd też pionowy rozkład BC następował ogólnie po rozkładzie SOC i zróżnicowaniu uziarnienia. Wartości pH wzrastały wraz z głębokością, a BS nie wykazywało żadnego wyraźnego trendu pionowego.

Mięszkość poziomów próchnicznych w badanych glebach wahała się w zakresie od 10 do 60 cm i na ogół zwiększała się z odległością od rzeki. Połączenie miąższości ( $\geq 20$  cm) i bardzo ciemnej barwy (wartość nasycenia  $\leq 3$ ), wymagane do diagnostycznego poziomu



mollik, stwierdzono w kilku profilach. W niektórych glebach wystąpiły kopalne poziomy A, o barwie zazwyczaj ciemniejszej i mniej nasyconej niż wierzchnich poziomów próchnicznych. Ze względu na miąższość, uziarnienie, rozwój barwy i struktury, a także na aktywność biologiczną rozpoznano diagnostyczne poziomy kambik, niemal we wszystkich opisanych podpowierzchniowych poziomach B.

Analizowane gleby były położone na najniższej terasie rzeki, stąd spodziewany był silny wpływ wód gruntowych na ich właściwości, to jednak cechy oglejenia gruntowego były widoczne w dolnej części tylko kilku profili. W większości profili glebowych te cechy zostały zastąpione oglejeniem opadowym, występującym głównie w glebach drobnoziarnistych. Najczęściej oglejenie rozpoczynało się bezpośrednio pod poziomem A i obejmowało poziomy Bw, ale w nich było słabe. Oglejenie wyraźne lub silnie rozpoczynało się najczęściej na głębokości 40–50 cm, a w drobnoziarnistych glebach było obecne do głębokości 150 cm. W niektórych profilach było wyraźne lub silne oglejenie opadowe, które utrzymywało się nawet w warstwach piaszczystych. Wyróżniono także profile, w których cechy oglejenia opadowego, stykały się bezpośrednio z występującymi w spągu cechami oglejenia gruntowego.

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

W pracy (A1.) wykorzystano 55 pozycji bibliograficznych w języku angielskim.

## **A2. Morfologia i właściwości gleb aluwialnych w dolinie Odry**

**Kawałko D., Kaszubkiewicz J., Jezierski P. (2022):**

Morphology and selected properties of alluvial soils in the Odra River valley, SW Poland. Soil Science Annual 73(3).

Mady rzeczne należą do gleb poddanych najintensywniejszym przeobrażeniom antropogenicznym, co wynika zarówno z zahamowania naturalnego procesu narastania aluwialnego substratu glebowego, jak i wskutek osuszenia dolin rzecznych. Regulacja rzek umożliwia intensywne rolnicze zagospodarowanie tych urodzajnych gleb, co również przyczyniło się do przekształcenia ich morfologii i właściwości.

Badania przedstawione w publikacji (A2.) dotyczyły gleb aluwialnych, użytkowanych rolniczo, a także oceny ich przemian w warunkach regulacji rzeki. Profile glebowe zlokalizowane zostały na prawym brzegu środkowej Odry w okolicy Brzegu Dolnego. Ten transekt przebiegał przez strefę międzywala, porośniętą roślinnością łąkową i obszar poza obwałowaniami, na którym gleby były użytkowane rolniczo, jako pola uprawne. Analizowano także zróżnicowanie morfologii i właściwości fizykochemicznych obu grup gleb, ze szczególnym uwzględnieniem zależności pomiędzy pojemnością kationów zasadowych i całkowitą pojemnością sorpcyjną, a zawartością frakcji ilastej i węgla organicznego.

Poszczególne warstwy były zróżnicowane pod względem składu granulometrycznego, co jest typowe dla gleb aluwialnych, od utworów piaszczystych do plasto-gliniastych. Oglejenie gruntowe wystąpiło we wszystkich badanych glebach, lecz głęboko występujące zwierciadło wody w glebach, położonych nieco wyżej, obniżyło pionowy jego zasięg. Zmiana reżimu wodnego była przyczyną wzrostu aktywności biologicznej, a tym samym rozwoju poziomu

kambik w większości badanych gleb. Gleby łąkowe położone na międzywałach, charakteryzowały się większymi wartościami kwasowości hydrolitycznej i całkowitej pojemności sorpcyjnej niż gleby orne – poza obwałowaniami. Analiza statystyczna potwierdziła kształtowanie się pojemności sorpcyjnej w badanych glebach aluwialnych przez zawartość łu koloidalnego i węgla organicznego. Przekształcenie aluwialnych gleb łąkowych w uprawne obniżyło zawartość SOC oraz jednostkową zdolność sorpcyjną związków próchnicznych w stosunku do kationów o charakterze kwaśnym oraz kationów zasadowych. W pracy (A2.) Habilitantka zacytowała 39 publikacji naukowych, a 25 w języku angielskim.

### **A3. Tempo dekompozycji opadu organicznego podczas przemian siedlisk łągowych**

**Kawałko D.,** Halarewicz A., Kaszubkiewicz J., Jezierski J. (2017):

Tempo dekompozycji opadu organicznego podczas przemian siedlisk łągowych. *Sylwan* 161(7): 565–572.

Lasy łąkowe to najbogatsze ekosystemy leśne, pod względem różnorodności biologicznej. Przemiany w zbiorowiskach łągowych zachodzą wieloetapowo, w ścisłej zależności pomiędzy trzema komponentami środowiska: wodą, glebą i roślinnością. Efekty tego procesu są zauważalne w stopniowej zmianie składu gatunkowego łągów w kierunku lasów grądowych. Rozkład komponentów opadu roślinnego zależy od składu chemicznego, morfologii oraz warunków siedliskowo-klimatycznych, a szczególnie od temperatury i wilgotności.

W pracy naukowej (A3.) analizowano dynamikę rozkładu i zmian właściwości chemicznych opadu organicznego w przebiegu przemian siedlisk łągowych. Badania przeprowadzono w 3 różnych zbiorowiskach roślinnych: łąg wiązowo-jesionowy, łąg ulegający przesuszeniu, czyli tzw. łąg zgrądowiasty i las grądowy. W doświadczeniu zastosowano metodę woreczków ściółkowych.

Badania wykazały, że rozkład opadu zachodził najszybciej w zbiorowisku grądowym, a najwolniej w łągu zgrądowistym. Niezależnie od rodzaju zbiorowiska leśnego, tempo dekompozycji świeżej materii organicznej było największe w okresie zimowym i wiosennym. Największą zawartość węgla i azotu stwierdzono w lesie grądowym, nieco mniejszą w lesie łągowym, a najmniejszą w łągu zgrądowistym. Podobnie przedstawiała się zasobność przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu. Z przeprowadzonych badań wynika, że wraz z postępującym rozkładem, bez względu na pochodzenie opadu organicznego, następowało w nim zwiększenie zawartości węgla organicznego i azotu ogólnego, a stosunek C/N uległ zawężeniu. Dynamika rozkładu i analiza właściwości chemicznych materii organicznej, mogą być wskaźnikami przemian zachodzących w ekosystemach łągowych. Habilitantka w tej pracy (A3.) zacytowała 32 pozycje bibliograficzne.

### **A4. Charakterystyka kwasów huminowych w osuszonych glebach zalewowych w klimacie umiarkowanym: badanie spektroskopowe**

**Kawałko D.,** Jamroz E., Jerzykiewicz M., Piasecka-Ćwieląg I. (2023):

Characteristics of humic acids in drained floodplain soils in temperate climates: a spectroscopic study. *Sustainability* 15(14), 11417.

W dolinach rzecznych występują bardzo często gleby wzbogacone w materię organiczną. W warunkach okresowo wysokiej wilgotności występuje duża akumulacja materii organicznej w poziomach powierzchniowych. Działalność człowieka w kierunku przekształcenia nadrzecznych obszarów leśnych w grunty rolne, doprowadziła do wymieszania powierzchniowej warstwy organicznej z podłożem mineralnym, powodując pogłębienie poziomów uprawnych, a w rezultacie zmianę zasobów materii organicznej. Procesy pedogeniczne, pokrywa roślinna i reżim wodny gleby wpływają na tempo rozkładu materii organicznej (SOM) i globalny cykl biogeochemiczny. Większość węgla organicznego, ponad 70%, występuje w postaci wysoce reaktywnych i trwałych, niepodatnych na biodegradację substancji humusowych. Kwasy huminowe (HA) i fulwowe (FA) stanowią frakcje najbardziej reaktywne w składnikach gleby, które utrzymują żyzność gleby i wpływają na jej stan fizyczny, chemiczny i biologiczny. W ostatnim okresie coraz więcej uwagi zwraca się na huminy, jako istotny składnik SOM i pełniący ważną rolę w sekwestracji węgla lub wiązaniu zanieczyszczeń.

Wyniki przedstawione w publikacji (A4.) miały na celu ocenę właściwości cząstek (HA), przy użyciu spektroskopowych technik instrumentalnych oraz określenia tempa i wskaźników humifikacji, w odwodnionych glebach aluwialnych.

Badano profile glebowe w obrębie 2 transektów, które znajdowały się na najniższych terasach doliny środkowej Odry. Gleby te sklasyfikowano jako Fluvic Cambisols (mady brunatne) i Fluvic Phaeozems (mady czarnoziemne). Pierwszy transekt znajdował się za wałem w lesie łągowym i łągu zgrądowiałym (tereny niezalewowe), na którym odsłonięto profile w dalszych odległościach od rzeki. Kolejny transekt zlokalizowano w strefie międzywału (teren okresowo zalewany) i użytkowany jako łąki, a profile były położone bliżej rzeki.

Badane gleby aluwialne były zróżnicowane pod względem (TOC) w zależności od sposobu użytkowania i odległości od rzeki Odry. Gleby leśne były uboższe w TOC niż gleby łąkowe. Obniżenie poziomu wód gruntowych powoduje powstanie warunków tlenowych w glebie, co sprzyja intensyfikacji rozkładu materii organicznej.

Proces przemian materii organicznej (po odwodnieniu) doprowadził do zmiany składu frakcyjnego próchnicy w glebach. Gleby okresowo zalewane kumulują materię organiczną, która ulega powolnej przemianie w kierunku substancji humusowych z przewagą struktur alifatycznych. Kwasy humusowe z gleb okresowo zalewanych, charakteryzowały się mniej alifatycznym lub bardziej aromatycznym charakterem cząstek, o większej masie cząsteczkowej oraz zwiększoną zawartością protonów aromatycznych i grup metoksyłowych niż kwasy humusowe z gleb poza obwałowaniem. W międzywału, gdzie okresowo panują warunki redukcyjne, kwasy humusowe nie tracą tak wielu grup – OCH<sub>3</sub>, jak w glebach lepiej utlenionych, a przez to wykazują strukturę aromatyczną, podobną do ligniny. Analiza PCA wykazała, że większa odległość od rzeki, spowodowała tworzenie się mniej stabilnej materii organicznej, która w mniejszym stopniu przyczynia się do sekwestracji węgla. Wyniki te mogą przyczynić się do opracowania dobrych praktyk celem zapewnienia wysokiej jakości materii organicznej i stabilności ekosystemów w dolinach rzecznych.

Habilitantka zacytowała w pracy naukowej (A4.) 82 pozycje literatury w języku angielskim.

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

**Kawałko D.,** Karczewska A. (2023):

Profile distributions of potentially toxic metal(loid)s in soils of the middle Odra floodplain (SW Poland). *Int. J. Environ. Res. Public Health* 20.

Mady są często zanieczyszczone potencjalnie toksycznymi pierwiastkami pochodzenia geochemicznego i antropogenicznego. Zanieczyszczenia mogą być transportowane rzeką, niekiedy na duże odległości tak w postaci rozpuszczonej, jak i zawieszanej. Metale i metaloidy wykazują tendencję do dość szybkiego wytrącania się i wzbogacania osadów dennych, szczególnie w bliskim sąsiedztwie źródła. Wzbogacone osady mogą być również potencjalnym i wtórnym źródłem zanieczyszczenia, a ich transport na większe odległości, często związany jest z powodziami. To może powodować gromadzenie się zanieczyszczeń, przenoszonych przez wodę w glebach zalewowych. Tego typu wzbogacenie występuje głównie w powierzchniowych poziomach gleb aluwialnych do pewnej głębokości. Jednak metale i metaloidy mogą podlegać dalszej remobilizacji, co również dotyczy doliny rzeki Odry, która w górnym biegu przepływa przez tereny historycznego i współczesnego górnictwa i przemysłu ciężkiego. Środkowy odcinek Odry jest pod znacznie mniejszym wpływem zanieczyszczeń z Górnego Śląska, ale zrzuty m.in. z Wrocławia oraz z innych zakładów, mogą być dodatkowym źródłem potencjalnie toksycznych pierwiastków.

Cel niniejszej pracy (A5.), to badania w jakim stopniu gleby w dolinie Odry są wzbogacone w pierwiastki toksyczne i jak przedstawia się ich rozkład w profilach glebowych. Sprawdzono, czy istnieją znaczące różnice między glebami strefy międzywala, a terenami poza obwałowaniem. Podjęto także próbę wyznaczenia lokalnego tła geochemicznego pierwiastków, pod kątem określenia warunków wymaganych dla bezpiecznego wykorzystania mał do celów rolniczych.

Badania obejmowały gleby w środkowym biegu Odry poniżej Wrocławia, użytkowane jako pastwiska, łąki i pola uprawne. Poziomy powierzchniowe gleb międzywala były zbudowane z warstw pylasto-gliniastych o różnej miąższości, a gleby poza obwałowaniem miały w większości uziarnienie piasku. Wartości pH gleb mieściły się w szerokim zakresie, a gleby silnie kwaśne, występowały w obu strefach.

Pojemność sorpcyjna gleb znacznie się różniła i zależała od zawartości węgla organicznego w wierzchnich poziomach i od zawartości frakcji łu w poziomach głębszych. Zawartości metali (metaloidów) w badanych glebach były zróżnicowane. Stwierdzono, że poziomy powierzchniowe i kopalne poziomy próchniczne gleb międzywala, były znacznie wzbogacone w metale pochodzenia antropogenicznego, szczególnie Pb, Zn i Cd, a w mniejszym stopniu Cu i metaloid As. Ta grupa gleb była najbogatsza w węgiel organiczny i charakteryzowała się największą pojemnością sorpcyjną.

Gleby o odczynie kwaśnym wymagały wapnowania w celu zmniejszenia ryzyka z ich wykorzystaniem rolniczym. Gleby położone poza obwałowaniem nie wykazywały istotnego wzbogacenia w pierwiastki potencjalnie toksyczne tak w poziomach powierzchniowych, jak i głębszych. Zawartości badanych pierwiastków w głębszej warstwie (>60 cm) obu stref, wykazywały silną i statystycznie istotną, liniową zależność od parametrów związanych

z właściwościami sorpcyjnymi gleb, tj. zawartością iłu i sumą ił+pył, przy czym ta ostatnia zależność była najbardziej istotna. Na tej podstawie oceniono typowe zawartości pierwiastków związane z uziarnieniem gleby, które można wykorzystać jako wartości tła geochemicznego dla gleb doliny Odry. Habilitantka przedstawiła w postaci tabelarycznej wartości tła geochemicznego dla PTE w glebach aluwialnych. Zacytowała w pracy 63 pozycje literatury w języku angielskim.

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

**Kawałko D.**, Karczevska A., Lewińska K. (2023):

Environmental risk associated with accumulation of toxic metalloids in soils of the Odra River floodplain – case study of the assessment based on total concentrations, fractionation and geochemical indices. *Environmental Geochemistry and Health*, s. 1–16.

Znaczne wzbogacenie gleb w pierwiastki potencjalnie toksyczne (PTE) może stanowić zagrożenie dla ludzi i środowiska, ze względu na możliwy transport do łańcucha pokarmowego i wypłukiwanie do wód naturalnych. Niektórzy autorzy zaproponowali kilka wskaźników zanieczyszczenia opartych na całkowitych stężeniach (PTE) w glebie, w celu określenia związanego z tym ryzyka. Najczęściej stosowanymi są współczynnik wzbogacenia EF (Enrichment Factor), wskaźnik potencjalnego ryzyka ekologicznego RI (potential ecological Risk Index) oraz wskaźnik geoakumulacji Igeo.

Na podstawie (PTE) nie można bezpośrednio wnioskować o rzeczywistym ryzyku środowiskowym.

Celem badań (A6.) było określenie rzeczywistej rozpuszczalności i frakcjonowania pierwiastków, w szczególności pochodzenia antropogenicznego, tj. Pb, Zn, Cu, As, a także 2 metali głównie litogenicznych, tj. Fe i Mn w glebach aluwialnych środkowej doliny Odry oraz określenie ryzyka ich mobilizacji z gleb znacznie wzbogaconych. Porównano wyniki frakcjonowania w różnych poziomach genetycznych i stanowiskach glebowych. Do oceny ryzyka środowiskowego zastosowano: obliczenia 3 geochemicznych wskaźników zanieczyszczenia (EF, RI i Igeo) na podstawie całkowitych zawartości pierwiastków potencjalnie toksycznych w glebach. W drugim sposobie w ocenie środowiskowego ryzyka, podkreślono znaczenie odczynu gleby, które obejmowało metodę opartą na obecnie obowiązujących polskich przepisach prawa z uwzględnieniem prognozowanych efektów wapnowania.

Spśród mad zaprezentowanych w pracy (A6.) do badań wybrano 5 profili, w tym 3 – na międzywalu (łąki i pastwiska) niekiedy zalewane, a 2 – poza obwałowaniem (grunty orne). Gleby były także zróżnicowane pod względem odczynu. Pojemność wymienna kationów pozostawała w zależności zarówno od zawartości Corg., jak i frakcji iłu.

Analiza metali i metaloidów metodą ekstrakcji sekwencyjnej wykazała bardzo wysoki udział frakcji redukowalnej (F2) wszystkich pierwiastków, co sugeruje, że kluczowymi procesami, które prowadzą do akumulacji w glebach aluwialnych były prawdopodobnie współstrącanie i okludowanie w (hydroksy)tlenkach Mn i Fe, powstałych jako osady rzeczne, które były dalej transportowane i osadzane na równinach zalewowych.

Przewaga frakcji (F2) pierwiastków wskazuje na możliwość ich potencjalnego uwalniania z gleb w warunkach redukcyjnych, co dotyczy poziomów z cechami oglejenia opadowego lub poziomów glejowych.

Stwierdzono również wysoką rozpuszczalność (F1) Mn i Zn, głównie w poziomach powierzchniowych gleb strefy międzywala. Udowodniono, że wapnowanie gleby znacząco zmniejszy ich rozpuszczalność, ograniczając tym samym zagrożenie dla środowiska. Zawartość Pb i Zn w niektórych glebach (poziomy próchniczne) w międzywale, została sklasyfikowana na podstawie wskaźników EF i Igeo, jako podwyższona. Wyniki frakcjonowania potwierdziły, że realne zagrożenie można zmniejszyć, pod warunkiem zastosowania skutecznego wapnowania.

Brak cech oglejenia opadowego lub gruntowego w poziomach próchnicznych gleb najbardziej wzbogaconych w te pierwiastki wskazuje, że nie występują warunki redukcyjne, a zatem ryzyko uwolnienia redukowalnych form pierwiastków potencjalnie toksycznych (Pb i As) jest znikome.

Habilitantka zacytowała w pracy (A6.) 69 pozycji literatury w języku angielskim.

#### **4.6. Podsumowanie**

Zaprezentowane wyniki badań w pracach składających się na osiągnięcie naukowe pt. „Kształtowanie się właściwości mad rzecznych środkowej Odry w warunkach regulacji doliny rzecznej”, stanowią istotny wkład w pogłębienie istniejącej wiedzy na ten temat. W kontekście przedstawionych wcześniej celów badań, Habilitantka sformułowała poprawnie 10 najważniejszych wniosków. Są to m.in.:

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

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

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

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

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

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

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

Proces przemian materii organicznej po odwodnieniu doprowadził do zmiany składu frakcyjnego próchnicy w badanych glebach leśnych i łąkowych. Większa odległość od rzeki spowodowała tworzenie się mniej stabilnej materii organicznej, która w mniejszym stopniu przyczynia się do sekwestracji węgla.

Badane gleby użytkowane rolniczo charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością metali (metaloidów), o czym zdecydowały przede wszystkim uziarnienie i pojemność sorpcyjna. Poziomy powierzchniowe i kopalne gleby międzywała bogate w próchnicę, były znacznie wzbogacone w metale pochodzenia antropogenicznego, szczególnie Pb, Zn i Cd, a w mniejszym stopniu także w Cu i metaloid As. Mady położone poza obwałowaniem nie wykazały istotnego wzbogacenia w pierwiastki potencjalnie toksyczne ani na powierzchni, ani w głębszych poziomach.

Ocena ryzyka środowiskowego wykazała, że akumulacja pierwiastków potencjalnie toksycznych (PTE) związana była z procesami współstrącania i okluzji w (hydroksy)tlenkach manganu i żelaza w osadach aluwialnych. Stwierdzono, że PTE mogą być potencjalnie uwalniane z gleb w warunkach redukujących. Jednak brak cech oglejenia opadowego lub gruntowego w poziomach próchnicznych gleb najbardziej wzbogaconych wskazuje, że warunki redukcyjne faktycznie tam nie występują, a zatem ryzyko uwolnienia redukowalnych form pierwiastków potencjalnie toksycznych, w szczególności Pb i As, jest znikome.

#### **4.7. Bibliografia**

W bibliografii (A1.–A6.) Habilitantka przytoczyła 87 pozycji literatury na 342 – zacytowanych w pracach (A1.–A6.), w zdecydowanej przewadze angielskojęzycznej.

### **III. Ocena pozostałych osiągnięć naukowych**

Oceniany dorobek naukowy dr inż. Doroty Kawałko w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Pozostałe osiągnięcia naukowe składają się z wielu, wyszczególnionych w załącznikach, prac naukowych.

W skład osiągnięć naukowych wchodzi również uczestnictwo w projektach badawczych. Habilitantka uczestniczyła w pozyskiwaniu i realizacji 4 grantów KBN, w tym w 1 była kierownikiem projektu, w 1 głównym wykonawcą, a w 2 współwykonawcą. Była również współwykonawcą w 1 projekcie UE oraz kierownikiem w 1 projekcie uczelnianym.

Habilitantka (zgodnie z wykazem opublikowanych prac naukowych) w czasopiśmie z listy JCR, posiada 19 prac naukowych o wskaźniku IF 0,322–5,640, a sumaryczny IF wynosi: 41,19. Łączna suma punktów, za całość dorobku naukowego, wynosi 1513, a za publikacje naukowe z IF – 1155. Prace naukowe z listy JCR stanowią 75,9% ogółu punktów uzyskanych za wszystkie publikacje naukowe. To świadczy o Jej wartościowym dorobku naukowym, o zasięgu międzynarodowym.

Suma punktów i  $\Sigma$ IF, przypadająca na pozostałe osiągnięcia naukowe, wyliczona po odjęciu pkt. 525 i  $\Sigma$ IF: 13,9, z tytułu zaliczenia 6-ciu prac (w tym 5 z IF) do osiągnięcia naukowego, stanowi 988 i  $\Sigma$ IF: 27,29. Za publikacje z IF, w pozostałym osiągnięciu naukowym, uzyskała 670 pkt., a to stanowi 77,7% sumy punktów w tym zakresie.

Badania Habilitantki w ocenianym okresie (poza osiągnięciem naukowym), są ukierunkowane na 3 główne problemy naukowe: 1) Właściwości i produktywność gleb na obszarach prawnie chronionych; 2) Zmiany właściwości gleb w wyniku nasilonej antropopresji; 3) Doskonalenie metod analiz laboratoryjnych gleb – zastosowanie pływaka zawieszzonego do oznaczania uziarnienia gleb.

Badania dotyczące: **Właściwości i produktywności gleb w obszarach prawnie chronionych Dolnego Śląska**, zrealizowała na 5-ciu terenach/obszarach. Przedmiotem badań były gleby leśne i użytkowane rolniczo (grunty orne i użytki zielone). Badania obejmowały morfologię, właściwości mineralogiczne, fizyczne, fizykochemiczne i klasyfikację gleb. Zainteresowania Habilitantki uwzględniały wzajemne relacje między czynnikami glebowymi i roślinnością.

Jednym z obiektów badań był Ślęzański Park Narodowy wraz z otuliną, położony w obrębie makroregionu Przedgórze Sudeckiego, został szczegółowo zbadany pod względem budowy geologicznej oraz petrografii i geochemii. Habilitantka podkreśliła w procesie powstawania tych gleb: rolę klimatu, szaty roślinnej i kategorii użytkowania. Badania na tym terenie, ze względu na jego dużą różnorodność litogeniczną, zróżnicowanie wysokościowe i urozmaiconą rzeźbę, były przedmiotem zrealizowanego grantu z KBN (1998–1999). W badaniach tych uwzględniła 4 rodzaje skał macierzystych i kategorię użytkowania (gleby leśne i rolne: łąki i grunty orne). Sklasyfikowała także gleby wytworzone z poszczególnych skał macierzystych o różnym sposobie użytkowania. Bardzo ważnym elementem tych badań była szczegółowa charakterystyka frakcji koloidalnej, pod względem składu mineralogicznego. Cechą wspólną wszystkich badanych gleb była obecność chlorytu i kwarcu we frakcji iłu koloidalnego. Rodzaj użytkowania tych gleb zdecydował o ich właściwościach fizycznych. Gleby leśne charakteryzowały się mniejszą retencją wodną niż gleby użytkowane rolniczo. Parametry fizykochemiczne tych gleb były zróżnicowane przede wszystkim sposobem ich użytkowania. Gleby te nie wykazały podwyższonej zawartości metali ciężkich, za wyjątkiem niklu i chromu, co było związane ze składem mineralogicznym serpentynitu.

Park Krajobrazowy Doliny Jezierzycy, którego obszary leśne i łąkowe są poprzecinane siecią mniejszych i większych cieków wodnych, a największym jest rzeka Jezierzycza wyróżnia się zróżnicowaną dynamiką procesów rzecznych, mikroklimatem i łącznością hydrologiczną ze wszystkimi abiotycznymi i biotycznymi elementami środowiska, co wpływa na specyficzną różnorodność i dynamikę siedlisk dolin rzecznych. Obszar ten charakteryzuje się także zróżnicowaną budową geologiczną. Doliny rzek były od pradawnych czasów zagospodarowane przez człowieka, co spowodowało silne przekształcenie, m.in. biologiczne zubożenie, obniżenie retencji i przyspieszenie odpływu wody, stąd stały się ważnym obiektem badań na tym terenie (Grant KBN 2009–2013). Habilitantka sklasyfikowała te gleby, jako gleby brunatne, rdzawe, gruntowo-glejowe, a w przeważającej części mady rzeczne. Analiza składu frakcyjnego wykazała istotne zróżnicowanie między związkami próchnicznymi poziomów organicznych i próchnicznych w siedliskach lasów grądowych i łągowych. W dalszych badaniach związków próchnicznych wykazała występowanie w zbiorowiskach łąki bardziej sprzyjających warunków do przebiegu procesu humifikacji oraz większej



stabilności kwasów humusowych w glebach. Mady posiadały lepsze właściwości retencyjne i fizykochemiczne w porównaniu do gleb gruntowo-glejowych.

Ważnym zagadnieniem badawczym na obszarze chronionym, była ocena wpływu aktualnych warunków hydrologicznych Odry (poniżej Brzegu Dolnego) na florę wybranych lasów łągowych. Badania przeprowadzono na 3 obszarach leśnych o zróżnicowanym położeniu, na których w ostatnich latach nie wykonywano żadnych zabiegów. Badania te potwierdziły wyraźne zmiany czynników siedliskowych Odry. Wystąpiło zmniejszenie liczby i udziału gatunków hydrofilnych w badanych zbiorowiskach łągowych, a zwiększenie udziału gatunków mezofilnych, związanych z gładami.

W kolejnych badaniach Habilitantka podjęła próbę porównania wyników uzyskanych bezpośrednimi i pośrednimi metodami zbierania danych. Badania oparte zostały na danych z powierzchni założonych w 90-letnich lasach łągowych w dolinie Odry. Siedliska scharakteryzowano pod względem takich cech jak: wilgotność gleby, zawartość azotu, odczyn gleby za pomocą pomiarów terenowych i pośrednio za pomocą wskaźników Ellenberga. Wykazano, że wyniki składu gatunkowego fitocenozy roślinnych i zmiany ilościowe poszczególnych taksonów są przydatnymi wskaźnikami w badaniu i monitorowaniu zmian środowiskowych. Jednak do oceny stanu siedliska powinny być wykorzystane dane z pomiarów bezpośrednich.

W innych badaniach prowadzonych na terenie Parku Krajobrazowego Doliny Jezierzycy, analizowano gleby wybranych siedlisk leśnych, na których występowała czeremcha amerykańska, wprowadzona do lasów Europy Środkowej w celu uzyskania (w krótkim czasie) dobrej jakości drewna i innych m.in. wzbogacenia podszytu, polepszenia warunków glebowych w borach sosnowych. Roślina ta rozprzestrzeniła się w sposób niekontrolowany, wkraczając w siedliska lasów bagiennych. Szczegółowe badania przeprowadzono w 5-ciu typach siedliskowych lasu (bór świeży, bór mieszany świeży, bór mieszany wilgotny, las mieszany świeży i las mieszany wilgotny) w różnych stadiach rozwojowych czeremchy amerykańskiej (siewki, podrost krzewów, niskie drzewa). Wykazano wrażliwość tego podrostu na zwiększoną kwasowość gleby oraz na niską zasobność gleb w składniki pokarmowe. Okazało się, że młode osobniki przetrwały krytyczny okres w rozwoju, mimo niesprzyjających warunków podłoża. Silne uwilgotnienie oddziaływało negatywnie na wszystkie stadia rozwojowe tej rośliny.

Kolejne badania były związane z sezonową zmiennością wybranych właściwości gleb w drzewostanie sosnowym, pod wpływem ekspansji czeremchy amerykańskiej w podszycie. Obecność tej rośliny w borze sosnowym wpływała na zmiany właściwości poziomu organicznego m.in. na zwiększenie azotu ogólnego i zawężenie proporcji C/N. Zaobserwowano także (za wyjątkiem sezonu wiosennego) zmniejszenie kwasowości w poziomie organicznym i próchnicznym. Wykazano, że obecność czeremchy amerykańskiej ma znaczący wpływ na różnorodność florystyczną fitocenozy. Wyniki badań z tego problemu naukowego są zamieszczone w 22 pracach naukowych, a wśród nich znajduje się 9 samodzielnych prac Habilitantki, co dobrze świadczy o jej umiejętnościach w podejmowaniu i prowadzeniu badań oraz opracowaniu i interpretacji wyników.

**Badania właściwości gleb w wyniku nasilonej antropopresji** są bardzo rozległe. Wieloletnie badania obejmowały przede wszystkim gleby użytkowane rolniczo na terenie Sudetów i Przedgórze Sudeckiego. Wydarzenia geologiczne w tych regionach wpłynęły na

występowanie wielu surowców mineralnych: złoto, rudy srebra i ołowiu, miedzi, cyny, później węgiel kamienny, arsen i kobalt, które stanowiły wielkie bogactwo tych terenów. Pozyskiwanie tych surowców (na przestrzeni kilku wieków), spowodowało wiele negatywnych konsekwencji m.in. w postaci pozostałości dawnych robót górniczych: hałd skały płonej, zapadlisk, czy też zachowanych szybów i sztolni. Jako najbardziej niekorzystne skutki działalności górniczej i procesów przeróbki wydobywanych kopalin są hałdy skały płonej oraz składowiska odpadów flotacyjnych. Zajmowanie powierzchni, rodzaj składowanych materiałów i sposób ich eksploatacji spowodowały wpływ tych obiektów na wszystkie komponenty środowiska (wody, gleby, powietrze atmosferyczne i roślinność).

Habilitantka uczestniczyła w obszernych badaniach gleb użytkowanych rolniczo na terenie województwa dolnośląskiego, ze szczególnym uwzględnieniem zawartości metali na terenie 11 powiatów obszaru Sudetów i Przedgórze Sudeckie. Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego, ze względu na możliwość negatywnego oddziaływania tych czynników i obiektów na stan pokrywy glebowej, zwrócił uwagę na potrzebę tego typu badań. Badania nad zawartością metali ciężkich w glebach zostały przeprowadzone na dużej ilości próbek glebowych, pobranych z użytków rolnych. Metodyka badań była ujednolicona pod względem poboru próbek, jak i wykonania analiz. Na badanym obszarze dominują: gleby płowe, brunatne wylugowane i kwaśne oraz brunatne właściwe. Ocena stanu zanieczyszczenia gruntów rolnych metalami ciężkimi wykazała, że obszary na których występowały przekroczenia obowiązujących standardów, stanowiły niewielki ułamek całej powierzchni. Na podstawie tych badań wydzielono kilka rejonów, w których występowały zanieczyszczenia polimetaliczne: (Miedzianka w powiecie jeleniogórskim) - cynkiem, miedzią, ołowiem, kadmem i rtęcią, (Lipa w powiecie jaworskim) - cynkiem, miedzią, ołowiem i kadmem. Pozostałe zanieczyszczenia na obszarze Sudetów i Przedgórze Sudeckie dotyczyły pojedynczych pierwiastków m.in. arsenu czy niklu lub ołowiu w niektórych miejscowościach (3 powiatów). Po dokonaniu analizy tła zawartości metali ciężkich w glebach, stwierdzono podwyższone średnie koncentracje m.in. Zn, Cu i Pb w kilku powiatach, a także podwyższone tło zawartości arsenu w niektórych powiatach. Pozyskiwanie surowców mineralnych na przestrzeni wieków spowodowało w kilku rejonach dostrzegalne zmiany w środowisku glebowym Sudetów i Przedgórze Sudeckie. Podobne badania wykonano na terenach pozostałych powiatów, a także ogródków działkowych w kilku miejscowościach oraz innych obiektów.

W badaniach prowadzonych na terenach objętych działalnością górniczą, podjęto próbę określenia kryteriów, jakie powinien spełniać obszar przyjęty dla wyznaczenia tła geochemicznego do obliczenia indeksów geoakumulacji na obszarach zanieczyszczonych. Do badań z tego zakresu wytypowano 2 obiekty: w rejonie miejscowości Miedzianka i teren w sąsiedztwie Huty Miedzi Legnica. W wyniku tych badań stwierdzono, że klasy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, określone w oparciu o indeks geoakumulacji, zależą wyraźnie od obliczonego poziomu tła geochemicznego. Do wyznaczania tła geochemicznego należy wykorzystać obszary niezanieczyszczone metalami ciężkimi, tzn. położone poza zasięgiem oddziaływania badanych obiektów, jednocześnie charakteryzujące się pokrywą glebową o analogicznej pedogenezie. Określono również inne warunki do spełnienia przy wyznaczaniu tła geochemicznego i określania zasięgu oddziaływania badanych obiektów.

Inne badania dotyczyły ograniczenia negatywnych skutków zmian w środowisku, wynikających z budowy i eksploatacji zbiorników osadów poflotacyjnych, a także konieczności podjęcia działań umożliwiających rekultywację tych obiektów oraz wprowadzenia na nich trwałej okrywy roślinnej. W tym aspekcie podjęto badania, które miały na celu: określenie czy i w jakim stopniu wymieszanie osadów po flotacji rud miedzi, składowanych w zbiorniku (Warta Bolesławiecka), z dostępnymi w otoczeniu substancjami mineralnymi (nadkład: z kamieniołomu, piaskowni, hałdy skały płowej) poprawi krytyczne właściwości osadów poflotacyjnych, umożliwiając powstanie na nich powierzchni okrywy roślinnej. Okazało się, że zastosowanie 8 cm warstwy materiałów mineralnych do gruntów z odpadów poflotacyjnych nie jest zabiegiem wystarczającym. Poprawie właściwości powietrznych towarzyszyło nadal m.in. nadmierne zasolenie, wysokie pH oraz nadmierna koncentracja miedzi. Z tych badań wynika, że przeprowadzenie skutecznej rekultywacji biologicznej będzie wymagało zastosowania warstw materiału o większej miąższości, połączonego z nawożeniem gruntu osadników poflotacyjnych i odpowiedniego doboru roślin.

W kolejnych badaniach objęto gleby położone w bezpośrednim sąsiedztwie nielegalnych wysypisk śmieci (w powiecie jeleniogórskim) w kontekście ich zanieczyszczenia wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA). W badaniach tych oznaczono stężenia WWA (naftalen, antracen, fenantren, chryzen, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(g,h,i)perylene, fluoranten) oraz określono wzajemne relacje między poszczególnymi WWA, a także w zależności między WWA a ilością próchnicy w grupie gleb o naturalnej i antropogenicznie podwyższonej zawartości tych związków.

Stwierdzono liczne przekroczenia normatywnych poziomów poszczególnych WWA oraz ich sumarycznej zawartości. Na podstawie analizy statystycznej wydzielono z grupy obiektów, różniące się znacznie poziomem poszczególnych WWA, jak również sumarycznym ich stężeniem. W grupie obiektów niezanieczyszczonych WWA stwierdzono dodatnią, istotną statystycznie korelację między stężeniem ogólnym WWA a zawartością związków próchnicznych, natomiast w grupie obiektów skażonych WWA, korelacja była statystycznie nieistotna.

Kolejne badania obejmowały zawartość benzo(a)pirenu – B(a)P w glebach różnych obiektów zlokalizowanych na obszarze 3 powiatów, na terenie których występowały duże zakłady przemysłowe (m.in. Huta Oława S.A., komunalne składowiska odpadów i inne). Badania dotyczyły wpływu podstawowych właściwości gleb na zawartość benzo(a)pirenu oraz wskazanie głównego czynnika decydującego o zawartości tego związku w środowisku. Przeprowadzone badania oraz analiza statystyczna wyników wykazywały, że koncentracja B(a)P nie koreluje z zawartością iłu koloidalnego, zawartością próchnicy i pH gleb. Dalsze opracowanie statystyczne z zastosowaniem testu t-Studenta pozwoliło podzielić badane obiekty na 3 grupy: a) obiekty niezanieczyszczone (w większości w otoczeniu gminnych składowisk odpadów), b) obiekty o dużym zróżnicowanym zanieczyszczeniu (drogi i otoczenie Zakładów Samochodowych Jelcz), c) obiekty zanieczyszczone (m.in. otoczenie hałd i Huty Oława). Po wykonaniu dalszych obliczeń statystycznych wykazano, że gleby obiektów niezanieczyszczonych B(a)P, mają rozkład normalny, a w glebach obiektów zanieczyszczonych B(a)P, rozkład odbiegał od normalnego.

Zasolenie gleb to jeden z głównych czynników środowiskowych, ograniczających plony w rolnictwie. Lokalne procesy zasolenia zdarzają się od wielu lat w rejonie przebiegu

rurociągów transportujących słone wody z Kopalni KGHM Polska Miedź S.A. do zbiornika osadów poflotacyjnych. Awarie rurociągów powodują zalanie gleb, a następnie infiltrację zmineralizowanych wód technologicznych, co doprowadza do miejscowego zasolenia gleb. Na podstawie badań prowadzonych bezpośrednio po awarii i zalaniu gleb, podjęto próbę opisu naturalnego odsalania gleb w wyniku przesiąkania wód opadowych. Określono zasolenie gleb i obsadę kompleksu sorpcyjnego. Pod wpływem przesączania się wód opadowych przez glebę stwierdzono obniżenie zasolenia gleb oraz udziału sodu w kompleksie sorpcyjnym gleby. Tempo desalinizacji było zdecydowanie szybsze w glebach lekkich. Proces ten zachodził znacznie łatwiej w poziomach powierzchniowych gleby, a był opóźniony w czasie w poziomach głębszych.

Habilitantka przeprowadziła badania dotyczące erozji na terenach użytkowanych jako grunty orne. Rozpowszechnioną metodą prognozowania strat gleby na skutek powierzchniowej erozji wodnej jest opracowany w USA model USLE, stosowany także w Polsce. Model ten pozwala przewidywać średnią wielkość strat gleb, zachodzących wskutek erozji wodnej dla dowolnych: zmianowań i zabiegów uprawowych, przy określonych właściwościach gleb i topografii terenu oraz innych. Zastosowanie tego modelu dla większych powierzchni o zróżnicowanych przestrzennie wartościach parametrów (tj. uziarnienia, zawartości próchnicy, długości i nachylenia stoków, sposobu uprawy), a także do dłuższych okresów czasowych, napotyka na trudności obliczeniowe. Celem było znalezienie procedury obliczeniowej, która umożliwi zastosowanie tego modelu dla obszaru małej zlewni rolniczej, przy zmieniających się w kolejnych latach uprawach na poszczególnych stokach. Procedurę obliczeniową testowano na obszarze zlewni rzeki Zielonica (Pogórze Izerskie). Habilitantka szczegółowo opisała tok postępowania. W opracowanym modelu obliczeniowym do określenia średniej wielkości zmywu powierzchniowego, wystarczy znajomość arealu poszczególnych użytków i uprawianych roślin oraz uwzględnienie niektórych ograniczeń. Pozostałe dane stosowane w obliczeniach USLE mają względnie stały charakter i mogą być pozyskiwane na różnych drogach: odczytane z cyfrowego modelu terenu, mapy glebowo-rolniczej lub pozyskane z danych IMiGW.

Ważny wątek w działalności naukowej Habilitantki stanowiły badania nad wykorzystaniem różnych komponentów do poprawy właściwości gleb, poddanych silnej antropopresji. W tym zakresie prowadziła doświadczenia laboratoryjne i doświadczenia polowe. Badania z wykorzystaniem superabsorbentów przeprowadzono w ramach projektu UE (2010–2012). Superabsorbenty (SAP-y) jako luźno ułożone polimery hydrofilowe, mają zdolność absorbowania dużej ilości wody, przez co mogą być zastosowane w rolnictwie. Działają one w glebie jako bufor wilgotności, ograniczając stres wodny u roślin. Zatrzymują wodę i zapobiegają jednocześnie wypłukiwaniu z gleby związków nawozowych i środków ochrony roślin. Szczegółowo opisała wyniki zastosowania superabsorbentu Aquaterra 20–40, jako wrażliwego nawet na niewielkie wartości nacisku zdeponowanej na nim gleby, stąd należy umieszczać go na możliwie najmniejszej głębokości. Stwierdzono, że skład chemiczny retencjonowanego roztworu może negatywnie wpływać na właściwości superabsorbentu, np. roztwory zawierające kationy dwuwartościowe ograniczały pęcznienie SAP-u. Kolejne eksperymenty nad 4 superabsorbentami dotyczyły aspektów metodycznych wyznaczania krzywych desorpcji wody tych komponentów, z zaleceniem optymalizacji metody pomiaru retencji wodnej wybranego superabsorbentu.

Ważnym zagadnieniem naukowym, które podjęła Habilitantka, było oddziaływanie biowęgla na gleby uprawne. Przeprowadzono 3-letnie doświadczenie polowe na glebie płowej gliniastej (Haplic Luvisol) z uprawą kukurydzy, pod którą zastosowano biowęgiel z drzewa sosnowego w dawce 50 t/ha. Stwierdzono brak istotnego wpływu biowęgla na właściwości chemiczne gleby i jej żyzność. Biowęgiel poprawił właściwości fizyczne gleby i retencję wody, zmniejszając stres wodny roślin podczas gorących i suchych okresów, co skutkowało lepszym wzrostem kukurydzy i większymi plonami. Wskazuje to na duże znaczenie technologii produkcji i właściwości biowęgla przy ocenie skuteczności i zasadności jego zastosowania w rolnictwie.

Inne badania przeprowadzone w warunkach eksperymentów laboratoryjnych, dotyczyły oceny porównawczej działania dwóch sorbentów organicznych: kwasu humusowego (HA) i biowęgla (BC), w procesach sorpcyjno-desorpcyjnych 5-ciu różnych polarnych pestycydów. Pozostałości pestycydów powszechnie występują w glebach uprawnych i są potencjalnie szkodliwe dla środowiska. Wykorzystany został w badaniach (HA) wyekstrahowany z wierzchniej warstwy gleby gliniastej użytkowej rolniczo, a (BC) – wyprodukowany ze słomy pszenicznej poddanej pirolizie. Badania wykazały, że kwas humusowy (HA) wykazuje duże powinowactwo do polarnych jonowych pestycydów o wysokiej rozpuszczalności w wodzie, które są sorbowane przez specyficzne interakcje z grupami funkcyjnymi (HA). Zastosowany biowęgiel (BC), z uwagi na jego umiarkowanie hydrofobowy charakter, przyciąga niejonowe pestycydy, o stosunkowo wysokich wartościach logP i niskiej rozpuszczalności w wodzie. Oprócz właściwości strukturalnych sorbentu, to pH jest głównym czynnikiem decydującym o równowadze sorpcyjnej badanych mieszanin. W opracowaniu tego materiału Habilitantka wykorzystwała 29 publikacji naukowych zespołowych, w których jest współautorem i 1 publikacji samodzielnej.

Ostatnim problemem badawczym w ramach pozostałych osiągnięć naukowych było: **Doskonalenie metod analiz laboratoryjnych gleb – zastosowanie pływaka zawieszono do oznaczania uziarnienia gleb.**

Zespół badawczy pod kierownictwem naukowym Pana profesora Jarosława Kaszubkiewicza przeprowadził badania nad doskonaleniem metody oznaczania składu granulometrycznego gleb, w kierunku opracowania nowej metody dynamometrycznej. Oznaczanie składu granulometrycznego gleby według innowacyjnej metody dynamometrycznej wymagało specjalnego urządzenia, które zaprojektowano, opisano i zostało opatentowane w Urzędzie Patentowym RP (2020). W tej metodzie obliczenia składu granulometrycznego są wykonywane automatycznie. Wyniki pomiarów składu granulometrycznego ze sztucznie wytworzonych mieszanin “pyłu i iłu”, porównywano z wynikami uzyskanymi innymi metodami.

Jak wykazały wielokrotne serie pomiarów próbnych, wyniki uzyskane proponowaną metodą dynamometryczną są powtarzalne i ściśle zgodne z wynikami uzyskanymi metodą pipetową, uznawaną za metodę referencyjną. W porównaniu z metodami dyfrakcji laserowej, innowacyjne rozwiązanie jest tańsze, a wyniki wykazały wysoką zgodność z wynikami przy zastosowaniu innych metod sedymentacyjnych.

Zastosowanie dynamometru z zapisem cyfrowym pozwala na przetworzenie zmierzonych wartości gęstości w formacie cyfrowym i automatyczne wyliczenie składu

granulometrycznego. Jednocześnie przebieg procesu pomiaru jest kontrolowany przez oprogramowanie komputerowe.

Metoda dynamometryczna została szczegółowo przetestowana, m.in. porównywano wyniki składu granulometrycznego, zmierzonego za pomocą innowacyjnej metody dynamometrycznej, z wynikami uzyskanymi w metodzie areometrycznej i metodzie pipetowej. Określono również powtarzalność wyników uzyskanych metodą dynamometryczną. Stwierdzono, że metoda dynamometryczna zapewnia dobrą powtarzalność wyników i brak błędów systematycznych przy porównywaniu z metodą areometryczną.

Dalsze badania, które miały na celu uzupełnienie i rozwinięcie wiedzy dotyczącej metody dynamometrycznej, zostały wykonane w rozprawie doktorskiej (mgr Krzysztof Papuga), w której Habilitantka pełniła funkcję promotora pomocniczego (promotor: prof. dr hab. Jarosław Kaszubkiewicz). Najważniejsze kwestie w tych badaniach dotyczyły określenia możliwości zautomatyzowania procesu oznaczania składu granulometrycznego oraz zniwelowania wpływu stosowania większych naważek, niż w innych metodach sedymentacyjnych, na wyniki oznaczeń. W toku badań zostały opracowane dokładne parametry pomiarów oraz indywidualną metodykę przygotowania próbek glebowych, która była wzorowana na innych metodach sedymentacyjnych. Zoptymalizowano także parametry pomiarów, co umożliwiło zminimalizowanie występujących błędów. Opracowano również procedurę obliczeniową korygującą błędy, wynikające ze wzajemnego oddziaływania, sedymentujących ziaren w zawiesinach o podwyższonej gęstości.

Dalsza optymalizacja innowacyjnej metody dynamometrycznej umożliwiła: m.in. analizę wielu próbek jednocześnie (bez udziału osób); ujednoczenie procesu mieszania próbek przed pomiarem; skrócenie czasu analizy; możliwość analizy wielu frakcji o dowolnie wybranych zakresach średnic; zapis wyników w postaci cyfrowej; wyeliminowanie błędów systematycznych i przypadkowych.

Zagadnieniem badawczym było również usuwanie materii organicznej z próbek glebowych przed analizą uziarnienia innowacyjną metodą dynamometryczną. Nie stwierdzono jednoznacznych przesłanek do usuwania materii organicznej, gdy jej zawartość w badanej glebie jest na niskim poziomie. Wyniki badań, przeprowadzone nad doskonaleniem metod analiz laboratoryjnych, w zakresie opracowania optymalizacji i wprowadzenia innowacyjnej metody dynamometrycznej do oznaczania składu granulometrycznego gleb, zostały opublikowane (2017-2022) w 5-ciu pracach naukowych o zasięgu międzynarodowym.

W podsumowaniu stwierdzam, że zaprezentowane pozostałe osiągnięcia naukowe są obszerne i wartościowe pod względem naukowym oraz posiadają także walory aplikacyjne. Prace naukowe są oparte na szerokich i szczegółowych badaniach terenowych i laboratoryjnych, a wyniki badań opracowane zostały perfekcyjnie dobranymi metodami analizy statystycznej.

W opracowaniu pozostałych osiągnięć naukowych, Habilitantka wykorzystywała 57 publikacji naukowych, których jest współautorką.

Habilitantka posiada w swoim dorobku 11 prac naukowych, samodzielnie opublikowanych, co świadczy także o Jej dojrzałości naukowej, a to pozwala na samodzielne i poprawne metodycznie podejmowanie i prowadzenie tematów badawczych oraz prawidłową interpretację i opracowanie wyników badań.

#### **IV. Współpraca Habilitantki w zakresie aktywności naukowej realizowanej w więcej niż w jednej uczelni, instytucji naukowej, a w szczególności zagranicznej**

Pani dr inż. Dorota Kawalko posiada w swoich osiągnięciach naukowych prace naukowe realizowane we współpracy z naukowcami z innych uczelni i instytucji, m.in. z Politechniki Opolskiej i Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie (1) z Centrum Badawczo Rozwojowym CUPRUM i Państwowym Instytutem Geologicznym (3). Współpraca interdyscyplinarna z zespołami w kraju pozwoliła na przygotowanie raportów o stanie środowiska (2).

Badania, nad doskonaleniem metod analiz laboratoryjnych uziarnienia gleby i opracowanie innowacyjnej metody dynamometrycznej, prowadziła przy współudziale naukowców z zagranicy: Tibora Nováka z Uniwersytetu w Debrecenie (1) i Marii Kreymeier z Laboratorium AGPOLAB (Sarstedt) w Niemczech (1). Efektem tej współpracy międzynarodowej są nie tylko wspólne prace naukowe, ale również komunikaty naukowe z konferencji naukowych krajowych i zagranicznych (liczbę prac umieszczono w nawiasach). Pani dr inż. Dorota Kawalko, podczas kilkakrotnych pobytów (2020–2022) w Zakładzie Teledetekcji i Gleboznawstwa, Instytutu Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, UAM w Poznaniu, zapoznała się z procedurą analiz spektralnych gleb, pobranych w terenie oraz obrazowań satelitarnych (m.in. Landsat) do predykcji podstawowych właściwości gleb. Uczestniczyła w wykonywaniu analiz, dotyczących rozpuszczalności toksycznych pierwiastków z wykorzystaniem techniki spektrometrii mas (ICP–MS), po uprzedniej mineralizacji próbek metodą mikrofalową i ekstrakcjach wybranymi odczynnikami. Rezultatem tej współpracy jest opublikowanie 1 wspólnej pracy naukowej:

– **Kawalko D.**, Karczewska A., Lewińska K. 2023. Environmental risk associated with accumulation of toxic metalloids in soils of the Odra River floodplain – case study of the assessment based on total concentrations, fractionation and geochemical indices. *Environmental Geochemistry and Health* 45: 4461–4476, **(100 pkt, IF: 4,609), (A6.)**.

Pani dr inż. Dorota Kawalko uczestniczyła także we wspólnych badaniach, prowadzonych na Wydziale Chemicznym Uniwersytetu Wrocławskiego, w zakresie mechanizmów sorpcji – desorpcji pestycydów w glebach uprawnych. W trakcie tych badań zapoznała się z procedurą analizy elementarnej oraz analiz widm w podczerwieni FTIR z wykorzystaniem spektrometru (Bruker Vertex 70FT i IR). W ramach tej współpracy Habilitantka zainicjowała badania charakterystyki kwasów huminowych ekstrahowanych z gleb typu Fluvisols, tj. składu elementarnej widm w podczerwieni NMR analizowanych na spektrometrze (Bruker Elexsys E 500). Zapoznała się również z oprogramowaniem (Origin P2016), służącym do opracowania otrzymanych widm. W wyniku tej współpracy powstały 2 wspólne prace naukowe:

– Ćwieląg-Piasecka I., Medyńska-Juraszek A., Jerzykiewicz M., Dębicka M., Bekier J., Jamroz E., **Kawalko D.** 2018. Humic acid and biochar as specific sorbents of pesticides. *Journal of Soils and Sediments* 18: 2692–2702, **(30 pkt, IF: 2,669)**.

– **Kawalko D.**, Jamroz E., Jerzykiewicz M., Ćwieląg-Piasecka I. 2023. Characteristics of humic acids in drained floodplain soils in temperate climates: a spectroscopic study. *Sustainability* 15, 11417. <https://doi.org/10.3390/su151411417>, **(100 pkt, IF: 3,889), (A4.)**.

Współpraca z tymi zespołami naukowymi (z UAM w Poznaniu i Uniwersytetu Wrocławskiego) jest nadal kontynuowana.

## **V. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę oraz współpracy z gospodarką**

Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzująca naukę stanowi ważny i znaczący dział w całokształcie aktywności zawodowej Habilitantki. W tego rodzaju działalności posiada także duże osiągnięcia.

Pani dr inż. Dorota Kawałko prowadzi wykłady i ćwiczenia na studiach I i II stopnia na kierunkach: Ochrona Środowiska, Agrobiznes oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji. Wykłady prowadzi z 6-ciu przedmiotów, a ćwiczenia (laboratoryjne, audytoryjne i terenowe) z 7-miu przedmiotów. W ramach zajęć ogólnouczelnianych realizuje wykłady i ćwiczenia, przy czym na uwagę zasługuje prowadzenie przez Habilitantkę 2 przedmiotów w języku angielskim dla studentów zagranicznych ERASMUS, w tym jeden przedmiot w języku angielskim przygotowała samodzielnie „Environmental impact assessment of investment projects”. Samodzielnie opracowała wykłady i ćwiczenia z przedmiotu „Ocena oddziaływania na środowisko” oraz w kilkusobowych zespołach przygotowała (wykłady i ćwiczenia) z 5-ciu przedmiotów, m.in. „Decyzje środowiskowe”, „Wybrane aspekty prawne w ochronie środowiska” i inne. Habilitantka uzyskała 4-krotnie najwyższą ocenę w ankietach studentów, oceniających jakość zajęć dydaktycznych.

Była również koordynatorem dla kierunku Ochrona Środowiska (2011–2015) w realizowanym projekcie pt. Kierunki Zamawiane w UP we Wrocławiu – biotechnologia i ochrona środowiska w Programie Operacyjnym Kapitał Ludzki, priorytet IV: „Szkolnictwo i Nauka” współfinansowany ze środków UE w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Pani dr inż. Dorota Kawałko była promotorem 59 prac dyplomowych, w tym 45 magisterskich i 14 inżynierskich (2001–2023). Recenzowała także 42 prace dyplomowe, w tym 30 prac magisterskich i 12 prac inżynierskich. Habilitantka sprawowała merytoryczną opiekę nad studentami zagranicznymi: 1 student (Gábor Nagy), Uniwersytet w Peczu (Węgry) odbył staż (1 miesiąc) w ramach studiów doktoranckich. Pod opieką Habilitantki uczestniczył w licznych wyjazdach i badaniach terenowych, przeprowadził badania porównawcze dotyczące wilgotności gleb dolin rzecznych. Wyniki te wykorzystał w realizacji swojej pracy doktorskiej.

Pani dr inż. Dorota Kawałko pełniła funkcję promotora pomocniczego (2017–2022) w przewodzie doktorskim mgr Krzysztofa Papugi, zrealizowanym pod opieką naukową prof. dr hab. Jarosława Kaszubkiewicza na Wydziale Przyrodniczo-Technologicznym UP we Wrocławiu (obrona: 18.10.2022).

Pani dr inż. Dorota Kawałko posiada duże osiągnięcia w działalności organizacyjnej i popularyzacji nauki. Uczestniczyła w programie Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, który dotyczył zwiększenia liczby absolwentów kierunków przyrodniczo-technicznych, o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy. Program operacyjny Kapitał Ludzki. Priorytet IV „Szkolnictwo wyższe i nauka”, poddziałanie 4.1.2. współfinansowany ze środków UE w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego (2007–2013).



Habilitantka uczestniczyła w 19-stu różnych działaniach organizacyjnych i popularyzujących naukę, a wśród nich: m.in. udział w Komisji Rekrutacyjnej (1999–2018), a w latach 2017 i 2018 – przewodnicząca tej Komisji; udział w Komisji obrony prac magisterskich i inżynierskich na kierunku Ochrona Środowiska (2009 – nadal); koordynator kierunkowy ds. ECTS dla 2 kierunków (2013–2016); organizator i współprowadząca warsztaty (2006, 2022); Udział w organizacji 6-ciu różnych tematycznie wykładów w ramach spotkań z przedstawicielami świata biznesu i nauki (2012–2014), organizator wycieczek i osoba reprezentująca Wydział Przyrodniczo-Technologiczny dla młodzieży z Zespołu Szkół Rolniczych w Lututowie i inne.

Za działalność organizacyjną Habilitantka została wyróżniona dyplomem – ocena wyróżniająca – w ocenie pracowników Wydziału Przyrodniczo-Technologicznego w grupie asystentów, wykładowców, starszych wykładowców i adiunktów.

Pani dr inż. Dorota Kawałko współpracuje bardzo aktywnie z sektorem gospodarczym w zakresie doradztwa eksperckiego, wykonując m.in. 7 specjalistycznych ekspertyz, na zamówienie Przedsiębiorstwa Doradztwa i Wdrożeń Arcanum (Sp. z o.o.) oraz 3 działania eksperckie na rzecz tego samego podmiotu. Oto tylko niektóre z tych działań z sektorem gospodarczym.

### **Wniosek końcowy**

Pani dr inż. Dorota Kawałko posiada bardzo znaczące i wartościowe badania w zakresie osiągnięcia naukowego, pozostałych osiągnięć naukowych oraz we współpracy naukowej realizowanej z innymi uczelniami i instytucjami.

Prace naukowe (19 z listy JCR) mają zasięg międzynarodowy, co stawia Habilitantkę w gronie uznanych specjalistów w kraju i za granicą w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Badania Habilitantki wnoszą do literatury wiele nowych aspektów wiedzy poznawczej i praktycznej w szeroko rozumianej dyscyplinie naukowej rolnictwo i ogrodnictwo. Liczba prac naukowych, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, została wielokrotnie powiększona.

Prace naukowe Habilitantki są oparte na szerokich i szczegółowych badaniach terenowych, wysoce specjalistycznych badaniach laboratoryjnych, a uzyskane wyniki analiz zostały opracowane prawidłowo zastosowanymi metodami analizy statystycznej. Świadczy to o Jej dojrzałości naukowej: umiejętnościach samodzielnego prowadzenia badań naukowych w sposób metodycznie poprawny, naukowym opracowaniu oraz poprawnej interpretacji wyników badań.

Osiągnięcie naukowe pt. „Kształtowanie się właściwości mad rzecznych środkowej Odry w warunkach regulacji doliny rzecznej”, w skład którego wchodzi 6 prac naukowych, w tym 5 z listy JCR, stanowi ważny wkład w pogłębienie dotychczasowej wiedzy na temat rozwoju mad, w warunkach po ingerencji człowieka. Habilitantka na podstawie analizy kilkudziesięciu profili gleb, występujących na holocenijskiej terasie zalewowej, wykazała pedogeniczną przemianę morfologii gleb, wynikającą z regulacji rzeki Odry, eliminacji powodzi i trwałego obniżenia zwierciadła wód gruntowych. Spowodowało to zmiany/przemiany wielu właściwości gleb, w tym redoksymetrycznych; materii organicznej

w środowiskach leśnych i glebach użytkowanych rolniczo; składu frakcyjnego materii organicznej i innych.

Przedstawione wyniki badań znacząco uzupełniają wiedzę, niezbędną do oceny przydatności mad do użytkowania rolniczego, co wciąż stanowi problem do rozwiązania, zarówno ze względu na genezę tych gleb, jak i cykliczne przeobrażanie powierzchni terenów zalewanych oraz działalność antropogeniczną.

Rezultaty tych badań będą miały wymierne, praktyczne zastosowanie przy planowaniu modyfikacji gospodarki leśnej w dolinie rzecznej m.in. jakościowej i ilościowej zmianie składu gatunkowego. Wzbogacenie gleb w pierwiastki potencjalnie toksyczne, położone w większych odległościach od źródła zanieczyszczeń, relacje między nimi i ich rozkład w profilach glebowych, dostarczają wiele ważnych informacji, o ich zachowaniu w środowisku, zwłaszcza w dolinach rzecznych po ich regulacji. Wyniki tych badań mogą pomóc w podjęciu działań, celem ograniczenia potencjalnego ryzyka środowiskowego, związanego z rolniczym zagospodarowaniem gleb.

Za prace naukowe wchodzące w skład osiągnięcia naukowego uzyskała 525 punktów i  $\sum$  IF: 13,9. Badania te były finansowane z grantu NCN, co także świadczy o ich randze naukowej.

Pozostałe osiągnięcia naukowe były realizowane jako 3 główne problemy: Właściwości a produktywność gleb na obszarach prawnie chronionych; Zmiany właściwości gleb w wyniku nasilonej antropopresji; Doskonalenie metod analiz laboratoryjnych – zastosowanie pływaka zawieszono do oznaczania uziarnienia gleb.

Były to bardzo obszerne badania o szerokim spektrum, dotyczyły wielu różnych zagadnień naukowych. Badania te dotyczą m.in.: gleb użytkowanych rolniczo w obszarach prawnie chronionych (parki narodowe i krajobrazowe); zanieczyszczenia gleb Sudetów i Przedgórze Sudeckiego pierwiastkami potencjalnie toksycznymi, w tym gleb użytkowanych rolniczo, rekultywacji zbiorników osadów poflotacyjnych; zanieczyszczenia gleb WWA w bezpośrednim sąsiedztwie nielegalnych wysypisk śmieci; zanieczyszczenia gleb benzo(a)pirenem w pobliżu różnych obiektów; prognozowania strat gleby na skutek powierzchniowej erozji gleb (model USLE); wykorzystania superabsorbentów w rolnictwie, zastosowanie sorbentów naturalnych w ochronie gleb oraz wykorzystanie biowęgla w rolnictwie. W ramach tych badań opracowano nowoczesną, innowacyjną metodę dynamometryczną do oznaczania składu granulometrycznego gleb.

Wyniki te oparte były na rozległych pracach terenowych, szczegółowych analizach laboratoryjnych i zostały opracowane poprawnie metodami statystycznymi. Wyniki tych badań wnoszą do nauki wiele walorów poznawczych i aplikacyjnych. Suma punktów przypadająca na pozostałe osiągnięcia naukowe wynosi 988 pkt, a suma IF: 27,29. Za publikacje z listy JCR uzyskała 670 pkt.

Przedstawiona w recenzji ocena osiągnięcia naukowego, pozostałych osiągnięć naukowych, współpracy naukowej realizowanej w więcej niż w jednej uczelni, instytucji naukowej, a w szczególności zagranicznej oraz działalności dydaktycznej i popularyzującej naukę a także organizacyjnej, upoważnia mnie do stwierdzenia, że osiągnięcia dr inż. Doroty Kawalko spełniają kryteria określone Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) oraz art. 219 ust. 1, 2b i 3 (Dz.U. 2023 poz. 742).

Wnioskuje do Wysokiej Rady Wydziału Przyrodniczo-Technologicznego Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie dr inż. Doroty Kawałko do dalszych etapów w postępowaniu habilitacyjnym oraz wyróżnienia Jej za całokształt badań naukowych, w tym za osiągnięcie naukowe, stosowną Nagrodą JM Rektora.

Habilitantka posiada niezbędną wiedzę do samodzielnego podejmowania i kierowania pracami badawczymi w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo, ze szczególnym uwzględnieniem specjalności: gleboznawstwo.

W podsumowaniu stwierdzam, że bardzo wysoko oceniam pod względem merytorycznym i formalnym całokształt osiągnięć naukowych dr inż. Doroty Kawałko (1513 pkt,  $\sum$  IF: 41,19), osiągnięcie naukowe w formie jednotematycznego cyklu publikacji (525 pkt,  $\sum$  IF: 13,9) oraz pozostałe osiągnięcia naukowe (988 pkt,  $\sum$  IF: 27,29).

Wnioskuje do Członków Komisji Habilitacyjnej, powołanej przez Radę Doskonałości Naukowej, o podjęcie uchwały, zawierającej moją opinię w sprawie nadania dr inż. Dorocie Kawałko, stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

*J. Kanuńczak*