

Załącznik 3

do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Autoreferat

dr Bogusława Jolanta Kruczkowska

Katedra Gleboznawstwa

Instytut Rolnictwa

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Warszawa, 2024 r.

1. Imię i nazwisko

Bogusława Jolanta Kruczkowska

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

- 2008 – magister geografii, specjalność gleboznawstwo, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Instytut Geografii; tytuł pracy magisterskiej *Pozycja gleby ochrowej w sekwencji gleb w strefie krawędziowej IX terasy w Kotlinie Toruńskiej*, promotor dr hab. Michał Jankowski, prof. UMK.
- 2013 – doktor Nauk o Ziemi, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego PAN; tytuł pracy doktorskiej *Zmiany właściwości gleb zagłębień bezodpływowych jako efekt denudacji antropogenicznej i procesów erozyjnych*, promotor prof. dr hab. Marek Degórski.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

- 2009-2013, studia doktoranckie: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego PAN,
- 2013-2017, adiunkt w Zakładzie Geoekologii i Klimatologii, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego PAN,
- Od 2017, adiunkt w Katedrze Gleboznawstwa, Instytut Rolnictwa, 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.).** Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

a) Tytuł osiągnięcia naukowego

Gleby kopalne w klifach Zatoki Usteckiej jako archiwum zmian środowiskowych w strefie brzegowej południowego Bałtyku.

b) Zestawienie publikacji składających się na osiągnięcie naukowe wraz z uzasadnieniem indywidualnego wkładu merytorycznego

Kruczkowska, B., 2024. Fossil soils from abrasive southern Baltic coastal sections and problems with their classification: A case study from Ustka Bay, Poland. Catena 237, 107809. DOI:10.1016/j.catena.2024.1 (140 pkt. MNiSW; IF: 6.2)

Kruczkowska, B., Jonczak, J., Gadziszewska, J., Niska, M., Florek, W., Degórski, M., 2019. The record of postglacial environmental changes of the southern Baltic coastal zone in the sequence of fossil soils. Journal of Soils and Sediments 19(2), 848-861. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2058-4> (100 pkt. MNiSW; IF: 2.763)

Mój udział w powstaniu tego artykułu naukowego polegał na opracowaniu koncepcji pracy i metodyki badań, współuczestnictwie w wykonaniu badań terenowych i laboratoryjnych, udziale w przygotowaniu manuskryptu wraz z oprawą graficzną, udzieleniu odpowiedzi na recenzje oraz korekcie tekstu artykułu.

Jonczak, J., Florek, W., **Kruczkowska, B.**, Gadziszewska, J., Niska, M., Uzarowicz, Ł., 2019. Late Vistulian and Holocene development of litho-morpho-pedogenic processes in the southern Baltic coastal zone: a case study from Dębina, northern Poland. Geoderma 348, 21-36 (200 pkt. MNiSW; IF: 4.848)

Mój udział w powstaniu tego artykułu naukowego polegał na, współudziale w wykonaniu badań terenowych i laboratoryjnych, przygotowaniu manuskryptu oraz interpretacji wyników.

Kruczkowska, B., Jonczak, J., Gadziszewska, J., 2017. Characteristics of permafrost-affected soil in a cliff in the central part of the Polish Baltic coastal zone. *Journal of Soils and Sediments* 17, 960-973. (30 pkt. MNiSW; IF: 2.627)

Mój udział w powstaniu tego artykułu naukowego polegał na opracowaniu koncepcji pracy i metodyki badań, współuczestnictwie w wykonaniu badań terenowych i laboratoryjnych, udziale w przygotowaniu manuskryptu wraz z oprawą graficzną, udzieleniu odpowiedzi na recenzje oraz korekcie tekstu artykułu.

c) Cel badań oraz przesłanki do podjęcia tematyki badawczej ujętej w osiągnięciu naukowym

Celem badań była rekonstrukcja zmian środowiskowych mających bezpośredni wpływ na etapy rozwoju pokrywy glebowej na aktywnym geomorfologicznie obszarze strefy brzegowej południowego Bałtyku w rejonie Zatoki Usteckiej. Dodatkowym celem badań była również klasyfikacja gleb kopalnych wraz z propozycją nowych kwalifikatorów określających właściwości gleb powstałe w wyniku ich pogrzebienia. Badania zrealizowane w latach 2015-2016 pozwoliły na określenie kolejnych etapów kształtowania się gleb od momentu ustąpienia lądolodu do czasów współczesnych. Dzięki obecności odsłonień w klifach, możliwa była obserwacja sekwencji glebowych, dla których szczegółowo przeanalizowano morfologię gleb kopalnych, ich właściwości fizyczne i chemiczne. Ponadto określono wiek gleb z uwzględnieniem datowań radiowęglowych materiału organicznego, w tym węgla drzewnych oraz torfu. Badania na wybranych stanowiskach uzupełniono wynikami analizy mikrorzeźby powierzchni ziaren kwarcowych frakcji piaszczystej z zastosowaniem skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), analizą palinologiczną, *Cladocera* oraz wynikami badań składu mineralnego metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD).

Tematyka badawcza dotycząca gleb kopalnych od wielu lat stanowi wyzwanie dla gleboznawców. Gleby ukształtowane w przeszłości, a następnie przykryte utworami młodszymi często noszą cechy wielu przekształceń, zarówno ich morfologii, jak i właściwości fizycznych i chemicznych. Dzięki tzw. „pamięci gleby” rozumianej jako zdolność gleby do rejestracji zjawisk środowiskowych poprzez procesy pedogeniczne (Targulian i Goryachkin, 2004), możliwe jest jednak odtworzenie procesów naturalnych lub/i antropogenicznych, kształtujących badane gleby w przeszłości. Stratygrafia i litologia osadów występujących w strefie brzegowej południowego Bałtyku w rejonie Zatoki Usteckiej jest stosunkowo dobrze rozpoznana dzięki badaniom geomorfologicznym i geologicznym (np. Florek i in., 2008;

Olszak i in., 2007, 2008; Wróblewski i in., 2013; Krzyszkowski i Koszka-Maróń, 2018). W literaturze dotyczącej gleb wybrzeża Morza Bałtyckiego dominują badania nad współczesną pokrywą glebową i wpływie oddziaływania morza na ich właściwości i klasyfikację (np. Praczyński i Kwasowski, 2001; Hulisz, 2007, 2016; Hulisz i in., 2010). Jednakże dla tego obszaru mało jest szczegółowych opracowań opisujących gleby kopalne, zwłaszcza w kontekście zróżnicowania litologicznego rejonu Zatoki Usteckiej (np. Bednarek, 1979; Wróblewski i in., 2013). Z tego powodu podjęto badania dotyczące tego zagadnienia.

Dodatkowym atutem (traktowanym jednocześnie jako główne ograniczenie niniejszych badań) była znaczna dynamika krajobrazu obszaru badań wynikająca z abrazji morskiej oraz procesów eolicznych. Z jednej strony bowiem istniejące odsłonięcia są stale niszczone przez procesy geomorfologiczne, co generuje brak możliwości ponownej analizy lub poboru próbek z już opisanych stanowisk oraz ekspozycję nowych fragmentów klifów. Z drugiej zaś strony, stwarza to okazję do obserwacji często zupełnie odmiennych sekwencji gleb kopalnych i dalszą eksplorację tego terenu. Historyczne zmiany klimatu i będące ich konsekwencją przekształcenia pokrywy roślinnej, powodowały transformację pokrywy glebowej, która jest niezwykle zróżnicowana na badanym obszarze. Zespół wszystkich czynników glebotwórczych doprowadził do wytworzenia się sekwencji gleb różnego typu i wieku.

Pełna i poprawna klasyfikacja gleb kopalnych jest często utrudniona ze względu na występowanie właściwości wynikających z procesu diagenetyzacji czy erozji tych gleb. Jedną z przesłanek ku podjęciu niniejszej tematyki w osiągnięciu naukowym była propozycja zastosowania nowych kwalifikatorów mających na celu szczegółowy opis gleb kopalnych, a tym samym ich poprawną klasyfikację według aktualnej wersji międzynarodowego systemu klasyfikacji gleb WRB (IUSS Working Group WRB, 2022).

d) Omówienie najważniejszych wyników osiągnięcia naukowego

Wstęp

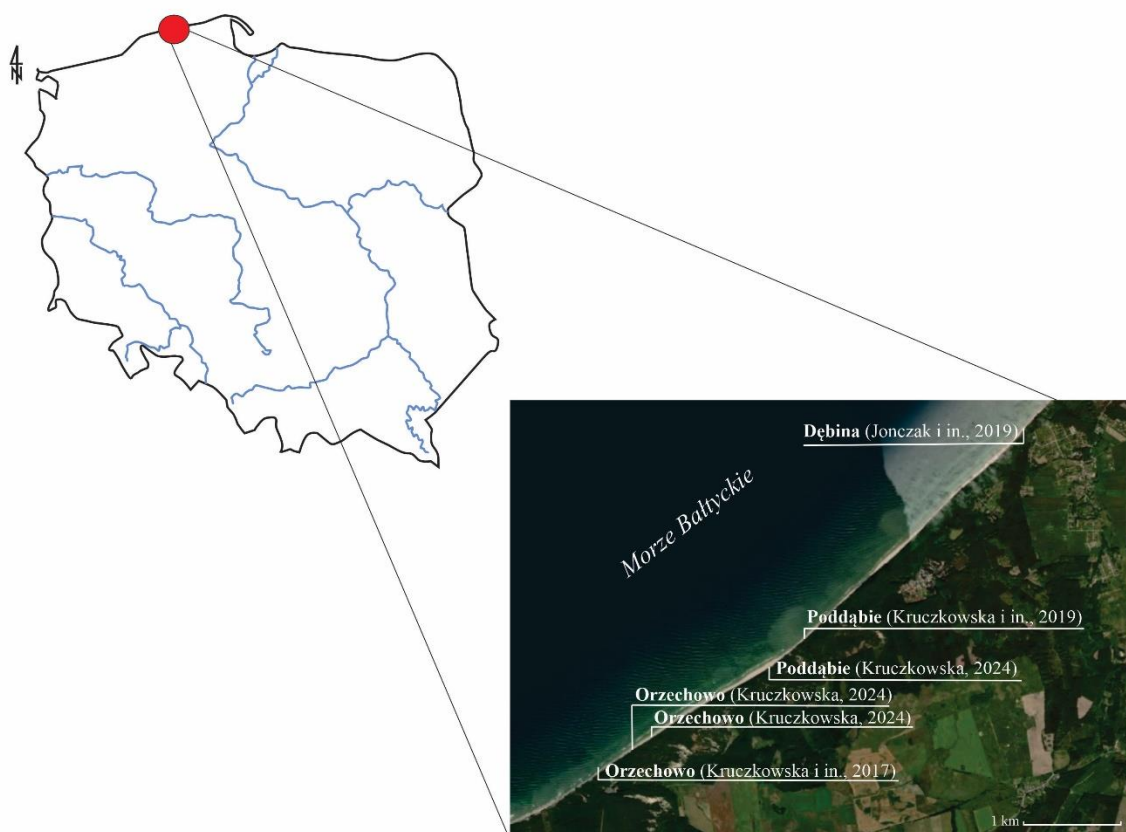
Współczesny krajobraz południowego wybrzeża Morza Bałtyckiego jest wynikiem oddziaływania wielu procesów, w tym głównie geologicznych, geomorfologicznych i hydrologicznych mających miejsce głównie podczas zlodowaceń oraz okresów interglacjalnych od późnego glacjału do czasów współczesnych. Jedną ze specyficznych form terenu występującą w strefie brzegowej Morza Bałtyckiego, w tym również w rejonie Zatoki Usteckiej, są klify będące rezultatem niszczenia wybrzeża w wyniku działania wód morskich oraz erozji wietrznej. Według Uścińowicza i in. (2004), wybrzeża klifowe w strefie brzegowej

polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego obejmują łącznie odcinek około 100 km. Klify nadmorskie polskiego wybrzeża Bałtyku są unikatowymi formami terenu sprzyjającymi obserwacji nie tylko stratygrafii i litologii osadów, ale również sekwencji pogrzebanych w nich gleb. Z danych literaturowych wynika, że wskaźnik erozji wybrzeża klifowego w rejonie Zatoki Usteckiej w latach 1889–2000 wynosił 1,1–1,8 m/rok, co sprawia, że ten odcinek polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego jest jednym z najintensywniej erodowanych, a tym samym występujące tam gleby są narażone na silną degradację (Frydel i in., 2017). Wysokość klifów waha się od 3–5 w Ustce do około 25 m w Dębinie (Florek i in., 2008). Depozycja materiału mineralnego i organicznego różnej genezy oraz zmiany warunków klimatycznych i pokrywy roślinnej na przestrzeni tysięcy lat stworzyły warunki do powstania gleb kopalnych zachowanych w seriach osadów.

Ze względu na wiek gleb zachowanych w klifach, ich przeobrażenia oraz erozję zarówno klifu jak i samych gleb, pierwotne cechy, tj. morfologia oraz właściwości fizyczne i chemiczne często zostają przekształcone. W klasyfikacji gleb WRB niestety brakuje odpowiednich kwalifikatorów uwzględniających zmiany jakim podlegają gleby po pogrzebaniu. Wynika to z faktu, iż systemy klasyfikacji gleb są skalibrowane dla gleb współczesnych i nie uwzględniają procesów transformacji (diagenezy) po pogrzebaniu. Z tego względu istnieje potrzeba dostosowania istniejącego systemu klasyfikacji gleb do określania typologii gleb kopalnych. Znaczący wkład w rozwinięcie tematyki taksonomii gleb kopalnych miały kryteria morfologiczne i mineralogiczne przedstawione przez Macka i in. (1993) oraz propozycje wprowadzenia nowych poziomów, właściwości i materiałów diagnostycznych zaprezentowane przez Krasilnikova i Garcíę Calderona (2006). Niestety pomimo aktualizacji klasyfikacji WRB w 2022 roku nadal brakuje tam odpowiednich kwalifikatorów, które możliwie najdokładniej opisują środowisko glebowe, w tym również gleby kopalne. Biorąc pod uwagę stopień zniszczenia pierwotnej morfologii gleby lub/i występowanie przekształceń ich właściwości wynikające z diagenezy osadów, konieczne jest uzupełnienie klasyfikacji WRB o nowe kwalifikatory.

Teren badań

Szczegółowe analizy gleboznawcze przeprowadzono w strefie brzegowej południowego Bałtyku w rejonie Zatoki Usteckiej pomiędzy miejscowościami Orzechowo, Poddąbie i Dębina (Ryc. 1).



Rycina 1. Lokalizacja stanowisk badawczych na odcinku wybrzeża Morza Bałtyckiego między Orzechowem i Dębina.

Współczesny krajobraz obszaru badań został ukształtowany poprzez oddziaływanie procesów glacialnych i fluwioglacialnych zlodowacenia Wisły (MIS 2-4), a zwłaszcza stadiału Świecia (MIS 4), fazy pomorskiej (MIS 2) oraz gardzieńskiej (14,500–14,300 lat BP; 16.0–15.5 ka; 16.5 ± 0.5 ka) (Rotnicki and Borówka, 1994; Uścińowicz et al., 2019; Tylmann i Uścińowicz, 2022). Następnie krajobraz nadmorski został przekształcony w wyniku oddziaływania procesów eolicznych w okresie Holocenu (Olszak i in., 2007, 2008; Wróblewski i in., 2013; Krzyszkowski i Koszka-Maróń, 2018). Miąższość osadów czwartorzędowych na badanym odcinku wybrzeża wynosi od około 40 m w Ustce do ponad 130 m na wschód od ujścia rzeki Łupawy (Florek i in., 2008).

Warunki klimatyczne na obszarze badań ulegały znacznym zmianom na przestrzeni od młodszego dryasu do czasów współczesnych. Według Dobrowolskiego i in. (2019), klimat młodszego dryasu był chłodny i suchy z dwoma fazami o relatywnie wilgotniejszych warunkach z końcową fazą znacznego ocieplenia przechodzącego płynnie w okres preborealny. Okres borealny charakteryzował klimat ciepły i suchy, aby w kolejnych fazach okresu atlantyckiego osiągnąć optimum (klimat ciepły i wilgotny). U schyłku fazy AT5 (5600 – 4850

cal lat BP) klimat stawał się coraz suchszy. W początkowej fazie okresu subborealnego nastąpiło ochłodzenie i osuszenie klimatu, zaś u schyłku tego okresu warunki klimatyczne uległy stopniowemu ociepleniu. Poszczególne fazy okresu subatlantyckiego, który trwa do dziś, charakteryzowały się naprzemiennym występowaniem epizodów ciepłych i chłodnych.

Skład gatunkowy pokrywy roślinnej na terenie przyległym do obszaru badań również podlegał przekształceniom w czasie. Na podstawie diagramu pyłkowego rdzenia Kluki/74 (Tobolski, 1987) można wyróżnić szereg faz z dominującym udziałem różnych gatunków, związanych bezpośrednio ze zmianami warunków klimatycznych. W okresie preborealnym zaobserwowano wysokie zawartości pyłku sosny oraz spadek udziału brzozy przy jednoczesnym udziale ziaren pyłku wierzby, jałowca i topoli. Dodatkowo w tym okresie pojawiła się również leszczyna oraz wiąz. Okres borealny charakteryzowała maksymalna zawartość sosny i regularny udział leszczyny i wiązu. W tym okresie pojawiły się również pojedyncze ziarna pyłku olchy, dębu i świerka. W fazie AT1 nadal występowała wysoka zawartość sosny oraz regularny udział wiązu. Ponadto zaobserwowano ciągle, lecz niskie krzywe olchy, dębu oraz lipy. W fazie AT2 oraz AT3 nastąpił spadek zawartości sosny oraz znaczący wzrost udziału dębu, wiązu, olchy i jesionu. Na przełomie okresu atlantyckiego i subborealnego zanotowano maksymalne ilości zarodników *Polypodiaceae*, wzrost zawartości sosny oraz roślin zielnych przy jednoczesnym spadku krzywej olchy. W początkowej fazie okresu subborealnego nastąpił wzrost zawartości pyłku dębu oraz leszczyny. Na przełomie okresu subborealnego i subatlantyckiego dominował grab. Pojawiła się również regularna obecność wskaźników antropogenicznych. W okresie subatlantyckim wzrosła ilość pyłku buka, grabu oraz zbóż. W kolejnych fazach tego okresu wystąpił etap dominacji olchy oraz zbóż. W najmłodszej fazie nastąpił wzrost zawartości sosny, spadek buka i grabu oraz zanotowano maksymalne ilości ziaren zbóż. Dodatkowe informacje na temat rekonstrukcji pokrywy roślinnej obszaru badań zawarto w rozdziale „Wyniki”.

Metodyka badań

Prace terenowe

Badania terenowe wykonano łącznie w 14 sekwencjach zlokalizowanych na odcinku wybrzeża klifowego pomiędzy miejscowościami Orzechowo, Poddąbie i Dębina (Ryc. 1). Sekwencje gleb wytypowane do szczegółowych badań badano na różnych głębokościach od współczesnej powierzchni terenu do podstawy klifów. Każdy z profili szczegółowo opisano i udokumentowano według kryteriów FAO (2006). Jedną próbkę glebową w stanie naruszonym

i dwie w stanie nienaruszonym (z zastosowaniem metalowych pierścieni o pojemności 100 cm³) pobierano z każdego poziomu glebowego. W przypadku zbyt małej miąższości poziomu glebowego, do analizy pobierano jedynie próbki w stanie naruszonym.

Próbki o objętości 1 cm³ do analizy palinologicznej pobierano z wybranych profili z sekwencjami osadów limnicznych, torfowych i torfiastych. Próbki do analizy *Cladocera* pobierano jedynie z osadów torfowych na stanowisku w Poddąbiu w 5 cm interwałach.

Prace laboratoryjne

Próbki glebowe wysuszono w temperaturze 40°C oraz przesiano przez sito o średnicy oczka 2 mm w celu oddzielenia części szkieletowych i ziemistych. W próbkach części ziemistych oznaczono:

- straty prażenia w temperaturze 550° C,
- wilgotność gleby, gęstość objętościową oraz porowatość ogólną metodą suszarkowo-wagową,
- uziarnienie gleby metodą sitową oraz pipetową, grupy granulometryczne wyróżniono według Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (2009),
- pH metodą potencjometryczną w H₂O i 1-molowym KCl (Elmetron CPC-401),
- zawartość CaCO₃ metodą objętościową Scheiblera,
- zawartość węgla organicznego w poziomach mineralnych metodą Tiurina,
- zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla,
- zawartość fosforu ogółem kolorymetrycznie metodą molibdenową (van Reeuwijk, 2002) po trawieniu w mieszaninie 40% HF i 60% HClO₄,
- zawartość ogółem K, Ca, Mg, Fe (Fe_t), Al (Al_t) i Mn metodą płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej (FAAS, Perkin Elmer AAS 2100) lub metodą emisyjnej spektrometrii atomowej wzbudzonej mikrofalowo (Agilent 4100 MP-AES), w zależności od stanowiska
- zawartość żelaza pedogenicznego (Fe_d) metodą emisyjnej spektrometrii atomowej wzbudzonej mikrofalowo (Agilent 4100 MP-AES) po ekstrakcji próbek według procedury Mehra i Jacksona (1960),
- zawartość żelaza amorficznego (Fe_o) i glinu amorficznego (Al_o) metodą emisyjnej spektrometrii atomowej wzbudzonej mikrofalowo (Agilent 4100 MP-AES) po ekstrakcji próbek według procedury Schwertmanna (van Reeuwijk, 2002),
- skład frakcyjny materii organicznej metodą Schnitzera (Dziadowiec and Gonet, 1999),

- skład mineralogiczny metodą proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej (XRD),
- analiza powierzchni ziaren kwarcu o średnicy 0,5–1,0-mm oczyszczonych w roztworze 10% HCl, z zastosowaniem skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) (JSM-6610LV, JEOL),
- analizę palinologiczną według standardowej procedury,
- analizę *Cladocera* z zastosowaniem standardowej procedury (Frey 1986; Korhola i Rautio 2001) przy użyciu mikroskopu Nikon model ECLIPSE Ci-L o powiększeniach $\times 10$, $\times 40$ i $\times 60$.

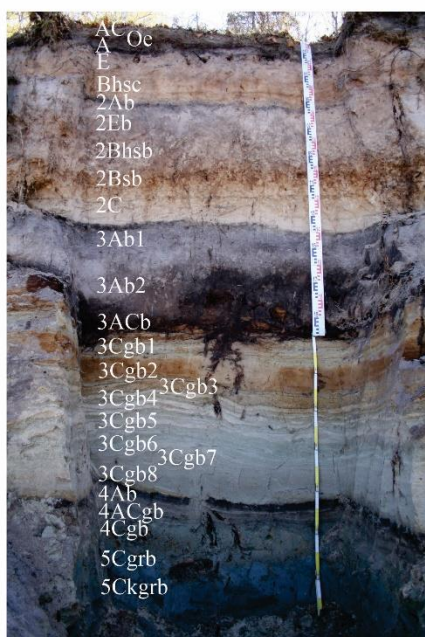
Wyniki

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono występowanie na obszarze badań profili reprezentujących siedem grup gleb: Fluvisols, Stagnosols, Arenosols, Histosols, Podzols, Gleysols oraz Umbrisols (IUSS Working Group WRB, 2022) (Tab. 1). Liczba gleb kopalnych w poszczególnych sekwencjach zachowanych w klifach jest zróżnicowana, a stopień zaawansowania procesów glebotwórczych jest silnie zależny od ich wieku oraz genezy materiału macierzystego (Wróblewski i in., 2013; Kruczkowska i in., 2017, 2019; Jonczak i in., 2019) (Ryc. 2). Mimo wyraźnych różnic typologii gleb na poszczególnych stanowiskach badawczych, występują tam również podobieństwa i kontynuacje zarówno gleb jak i procesów.

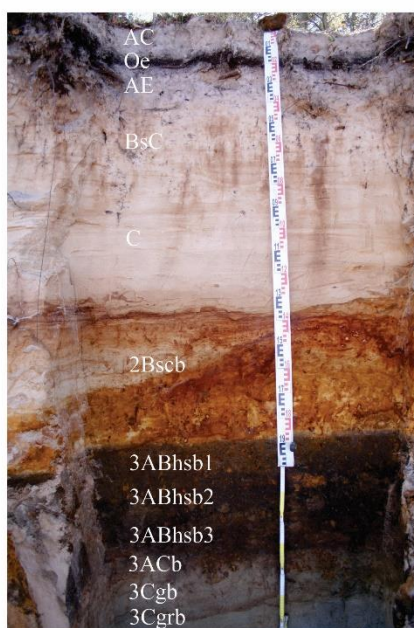
Obok warunków klimatycznych, jednym z najbardziej istotnych czynników glebotwórczych na badanym obszarze jest skała macierzysta będąca przyczynkiem do znacznego zróżnicowania typologii gleb. Stratygrafia i litologia osadów czwartorzędowych wybrzeża Morza Bałtyckiego jest wynikiem długotrwałych i intensywnych procesów geologicznych, geomorfologicznych oraz hydrologicznych. Niektóre z tych procesów oddziaływały jedynie lokalnie, inne natomiast obejmowały cały badany obszar. Przykładem jest występowanie szarej gliny zwałowej fazy pomorskiej zlodowacenia Wisły w spągu wszystkich analizowanych stanowisk przykrytej niekiedy ciemnoszarym iłem, będące dowodem bezpośredniego oddziaływania lądolodu na cały obszar badań.

Tabela 1. Klasyfikacja gleb na badanych stanowiskach.

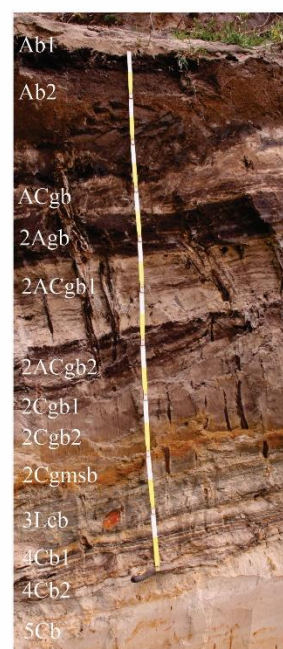
Lokalizacja	Głębokość (cm)	Nazwa gleby (według WRB, 2014, 2022)
Orzechowo (Kruczkowska i in., 2017) Orzechowo (Kruczkowska, 2024)	~360-420	Dystric Histic Stagnosol
	~420-620	Stagnic Fluvisol (Relictiturbic)
	0-50	Aeolic Dystric Arenosol (Novic)
	50-130	Aeolic Dystric Arenosol (Protospodic, Ochric)
	130-270	Fluvic Umbrisol (Arenic, Humic)
	270-350	Fluvic Stagnic Gleysol
	0-135	Aeolic Dystric Arenosol
	135-186	Relictigleyic Ortsteinic Podzol (Arenic)
	186-285	Stagnic Umbrisol (Arenic)
	0-100	Aeolic Dystric Arenosol
	100-180	Aeolic Dystric Arenosol
	180-270	Stagnic Umbrisol (Arenic)
	270-300	Fluvic Stagnic Gleysol
Poddąbie (Kruczkowska i in., 2019) Poddąbie (Kruczkowska, 2024)	0-50	Dystric Arenosol
	50-124	Dystric Arenosol
	124-155	Dystric Arenosol (Protospodic)
	155-210	Dystric Arenosol (Protospodic)
	210-233	Dystric Arenosol (Protospodic)
	233-370	Dystric Fluvisol (Relictiturbic)
	370-450	Dystric Fibric Histosol
	0-55	Aeolic Dystric Arenosol (Novic, Ochric, Protospodic)
	55-140	Albic Podzol (Arenic)
	140-286	Dystric Stagnic Fluvisol (Arenic, Humic)
Dębina (Jonczak i in., 2019)	286-350	Akrofluvic Stagnic Gleysol
	~190-340	Ortsteinic Podzol (Pantoarenic)
	~150-300	Orsteinic Podzol (Pantoarenic)
	~340-490	Endostagnic Podzol (Abruptic, Epiarenic, Endoloamic, Endodensic)
	~130-280	Dystric Arenosol (Aeolic, Ochric)
	~230-470	Dystric Endocalcaric Katostagnic Fluvisol (Arenic, Humic, Endolimnic)



Poddąbie (Kruczkowska, 2024)



Orzechowo (Kruczkowska, 2024)



Dębina (Jonczak i in., 2019)

Rycina 2. Wybrane sekwencje gleb kopalnych zachowane w klifach Zatoki Usteckiej.

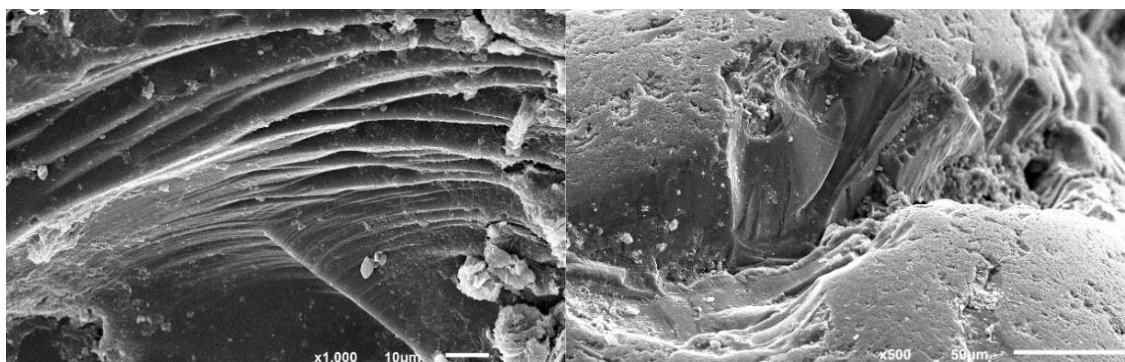
Na wybranych odcinkach wybrzeża klifowego, m.in. w okolicy Dębiny występują również wychodnie glin zwałowych stadiału Świecia zlodowacenia Wisły datowane metodą termoluminescencji przez Olszaka i in. (2008) na 58.4 ± 8.9 , 58.7 ± 8.8 , i 59.1 ± 8.9 ka w Orzechowie i 54.2 ± 8.1 i 54.5 ± 8.2 ka w Dębinie. Na podstawie przeprowadzonych badań na stanowisku w Dębinie stwierdzono obecność dwóch różnowiekowych warstw glin zwałowych reprezentujących stadiał Świecia oraz fazę gardzieńską zlodowacenia Wisły (Jonczak i in., 2019). Litologia osadów zdeponowanych na młodszej glinie zwałowej jest zróżnicowana w zależności od lokalizacji. Osadem przykrywającym glinę zwałową są najczęściej piaski fluwioglacjalne o miąższości około 25–40 cm w Orzechowie i Poddąbiu do około 240 cm w Dębinie, aczkolwiek na niektórych stanowiskach w rejonie miejscowości Poddąbie jest to warstwa silnie sprasowanych słabo rozłożonych osadów torfowych lub utworów torfopodobnych (Kruczkowska, 2024). W niektórych lokalizacjach, np. w okolicy Poddąbia, bezpośrednio nad warstwą torfu występują piaski eoliczne przemodelowane w wyniku oddziaływania procesów fluwialnych, co wskazuje na równoległe oddziaływanie tych procesów na obszarze badań (Kruczkowska, 2024). Na wszystkich stanowiskach warstwę powierzchniową tworzą ubogie piaski eoliczne o miąższości od około 2,5 m w rejonie Poddąbia do około 8 m w Orzechowie (Jonczak i in., 2019; Kruczkowska i in., 2017, 2019, Olszak i in., 2008). W zależności od lokalizacji, uziarnienie gleb począwszy od spągu odsłonień zmieniało się od łu piaszczystego, gliny zwykłej, gliny piaszczysto-ilastej i piasku gliniastego (w górnej

strefie osadów, co świadczy o procesie ich rozmywania) w strefie występowania gliny zwałowej, poprzez glinę piaszczystą, pył gliniasty i piasek luźny w osadach fluwioglacjalnych po piasek luźny w osadach eolicznych. W miejscu lokalnych zaburzeń ciągłości warstw litologicznych występują zmiany uziarnienia materiału, np. w osadach jeziornych stwierdzono obecność pyłu ilastego, gliny piaszczystej oraz piasku luźnego. Wyżej wymienione rodzaje osadów stanowiły skałę macierzystą gleb kopalnych różnego wieku.

W profilach gleb kopalnych zachowały się cechy lokalnych zaburzeń i występowania dawnych form terenu, np. zbiorników wodnych. Rekonstrukcję rozwoju tego typu zbiornika przeprowadzono na stanowisku w Dębinie (Niska i in., 2018; Jonczak i in., 2019). Na bazie uzyskanych datowań radiowęglowych oraz danych literaturowych stwierdzono obecność jeziora polodowcowego najprawdopodobniej już u schyłku ostatniego zlodowacenia. Zbiornik był wypełniony wodami roztopowymi wypływającymi z roztopiającego się lądolodu. Postępująca sedymentacja osadów doprowadziła do jego stopniowego spływania oraz ostatecznego zaniku i przykrycia osadami torfowymi w okresie preborealnym. Wśród osadów wypełniających zagłębienie wyróżniono zarówno muły i gytie, jak i wzbogacone w materię organiczną piaski jeziorne. Wyniki analizy XRD potwierdziły dominację kalcytu w próbkach pobranych z osadów jeziornych. W pozostałych poziomach mineralnych tej sekwencji gleb stwierdzono przewagę kwarcu z domieszkami albitu, ortoklazu, chlorytu oraz miki. Po zakończeniu fazy torfotwórczej, zbiornik został przykryty osadami eolicznymi. Istnienie analogicznego jeziora zostało potwierdzone również podczas badań w okolicy Poddąbia, gdzie w osadach organicznych spągowej części profilu wykonano analizę *Cladocera* (Kruczkowska i in., 2019). Subfosylna fauna *Cladocera* była reprezentowana przez dziewięć gatunków z dwóch rodzin: *Chydoridae* i *Daphniidae*. Szczątki *Cladocera* zidentyfikowano jako osobniki, które w zależności od gatunku wchodziły w skład grupy zamieszkującej strefę litoralną zbiorników wodnych związaną z obecnością roślin wodnych. Najliczniejsze w tej grupie są gatunki *Alona quadrangularis*, *Alona affinis*, *Alona rectangula* i *Chydorus sphericus*. Rozprzestrzenianie się skrzypu (*Equisetum*) w strefie przybrzeżnej około 8660 lat BP (na głębokości 412,5 cm) potwierdza, że strefa akumulacji podlegała co najmniej chwilowym podtopieniom ostatecznie prowadzącym do wzrostu poziomu wód. Nie zanotowano obecności wioślarek w początkowym etapie rozwoju zbiornika, a pierwsze ślady ich obecności wystąpiły dopiero na głębokości 407,5 cm (w warstwie torfu zlokalizowanej na głębokości 370-415 cm). Po krótkim okresie wzrostu poziomu wód jeziornych nastąpił etap ich stopniowego obniżania, co dodatkowo potwierdzają wyniki analizy palinologicznej wykonanej na tym stanowisku. O obecności otwartych przestrzeni o cechach stepotundry świadczą głównie pyłki traw (*Poaceae*).

Wyniki analizy palinologicznej wskazują na dwa znaczące epizody obniżenia poziomu wód w zbiorniku z wyraźnym wzrostem jego trofizmu oraz dominacją ziaren pyłku brzozy i sosny. W późniejszym okresie rozwoju zbiornika związanego z jego zanikiem pojawił się wzrost frekwencji ziaren pyłku leszczyny przy jednoczesnym spadku liczebności wioślarek i dominacji gatunków związanych z występowaniem roślinności wodnej. Obniżanie się poziomu wód zapoczątkowało rozwój torfowiska z dominacją muraw i paproci bagiennych, które dokumentuje wysoki udział zarodników *Thelypteris palustris* oraz pyłku turzyc (z rodziny *Cyperaceae*) (Kruczkowska i in., 2019).

Wiek radiowęglowy materiału organicznego pobranego ze spągu odsłoneń wynosi 10161 ± 110 cal yr BP, co potwierdzają dane uzyskane na stanowisku w pobliżu Dębiny i Orzechowa (Jonczak i in., 2019; Kruczkowska i in., 2017). Najstarsze gleby reprezentowane są przez gleby sklasyfikowane według klasyfikacji WRB jako Stagnic Fluvisol (Relictiturbic) oraz Dystric Endocalcaric Katostagnic Fluvisol (Arenic, Humic, Endolimnic). Obecność tego typu grup referencyjnych związana jest z okresem aktywności procesów fluwioglacjalnych. Zarówno badania makroskopowe (obserwacja morfologii gleby), jak i mikroskopowe (analiza SEM) próbek pobranych z profilu zlokalizowanego w pobliżu Orzechowa wykazały obecność cech wskazujących na występowanie procesów peryglacjalnych w okresie preborealnym. Dodatkowo tę tezę potwierdziła obecność krioturbacji widoczna w badanym profilu reprezentowanym przez Stagnic Fluvisol (Relictiturbic). Podczas analizy powierzchni ziaren kwarcu stwierdzono występowanie struktur abrazyjnych (np. conchoidal fractures), mikrostruktur typu breakage blocks oraz v-kształtnych nacięć pochodzenia eolicznego (Ryc. 3).



Rycina 3. Przykłady cech wietrzenia peryglacjalnego zachowanych na powierzchni ziaren kwarcu zaobserwowane pod skaningowym mikroskopem elektronowym (Kruczkowska i in., 2017).

Okres Bölling-Alleröd jest uważany za główny moment zaniku martwego lodu i wieloletniej zmarzliny, aczkolwiek według niektórych badaczy mogły one występować również w okresie preborealnym (Błaszczewicz 2005; Van Loon i in. 2012). Gleby stanowiska, na którym stwierdzono występowanie cech peryglacialnych wykształciły się w strefie marginalnego, zanikającego jeziora proglacialnego, czego dowodem jest występowanie osadów lodowcowo-jeziornych w spągu profilu.

Kolejnym istotnym etapem była akumulacja osadów chemogenicznych (gytia) oraz torfu wynikająca z funkcjonowania małych zbiorników wodnych. Najstarsze warstwy torfu zostały zdeponowane na obszarze badań na przełomie okresu preborealnego (11500–10200 cal yr BP) i borealnego (10200–9600 cal yr BP) (Starkel i in., 2013). Zmiana warunków klimatycznych na relatywnie ciepłe i suche w okresie borealnym doprowadziła do modyfikacji składu gatunkowego szaty roślinnej i rozprzestrzenienia się sosny, pojawienia się leszczyny oraz spadku zasięgu brzozy. Wyniki analizy palinologicznej wykonanej w osadzie torfowym datowanym na okres borealny na stanowisku w okolicy Poddąbia wykazały obecność pyłku *Typha latifolia* oraz *Thelypteris palustris*, co potwierdza występowanie warunków sprzyjających rozwojowi procesów torfotwórczych. Zakończenie fazy odkładania torfu, wynikające z wypełnienia i zarastania płytkich zbiorników wodnych, przypada na początek okresu atlantyckiego (AT1 – 9600–8400 cal yr BP; Starkel i in., 2013) w warunkach cieplejszego i suchszego klimatu.

Interesujący jest fakt, że na całym obszarze Zatoki Usteckiej nie zanotowano obecności gleb kopalnych datowanych na okres atlantycki, który był relatywnie ciepły i wilgotny, a zatem panowały wtedy warunki sprzyjające rozwojowi zarówno pokrywy roślinnej, jak i glebowej. Wyniki te potwierdzają również inni badacze (m.in. Wróblewski i in., 2013; Olszak i in., 2008, 2012). Wynika to najprawdopodobniej z intensyfikacji procesu abrazji oraz stopniowego cofania się linii brzegowej w okresie subborealnym, co doprowadziło ostatecznie do całkowitej destrukcji pokrywy glebowej pogrzebanej we wcześniejszym okresie.

Kolejna faza rozwoju gleb w strefie brzegowej południowego Bałtyku przypada na wczesny okres subatlantycki (SA1) (2850–1500 cal yr BP; Starkel i in., 2013). Gleby kopalne z tego okresu reprezentowane przez Dystric Stagnic Fluvisol (Arenic, Humic), Fluvic Umbrisol (Arenic, Humic), Stagnic Umbrisol (Arenic) oraz Dystric Arenosol (Protosodic) zewidencjonowano w rejonie Poddąbia i Orzechowa. Gleby z grupy Fluvisols oraz Umbrisols zlokalizowane w środkowych oraz niższych partiach profili wytworzone zostały w warunkach wysokiej wilgotności oraz przy udziale procesów torfotwórczych. Obecność serii warstw torfu

w dolnych częściach wyżej wymienionych profili wskazuje na znaczące zmiany warunków środowiskowych w porównaniu do czasów współczesnych.

Wilgotny i chłodny okres fazy środkowego subatlantyku (SA2) (1500-500 cal yr BP; Starkel i in., 2013) jest reprezentowany przez najmłodsze genetycznie gleby mineralne – słabo rozwinięte, ubogie i suche gleby z grupy Arenosols, których powstanie ściśle łączy się intensyfikacją procesów eolicznych oraz tworzeniem się wydym. Tego typu formy terenu są często spotykane na wybrzeżu Morza Bałtyckiego w Polsce, Niemczech, Danii, Litwie, Łotwie oraz Estonii (Łabuz i in., 2018). Interesującym przykładem gleby kopalnej z tego okresu jest Relictigleyic Ortsteinic Podzol (Arenic), która w wyniku erozji została pozbawiona poziomu próchnicznego i eluwialnego. Obecność scementowanego poziomu *spodic* oraz noduli wskazuje na tworzenie się gleby w warunkach intensywnego procesu bielicowania. Scementowane poziomy wzbogacania występują stosunkowo powszechnie na terenie badań i zostały rozpoznane w okolicy Orzechowa oraz Dębiny. Uruchomienie intensywnego procesu bielicowania w fazie SA2 wynikało zarówno z warunków klimatycznych, jak i dominacji sosny na obszarze badań.

Po depozycji kolejnej warstwy osadów eolicznych w najmłodszej fazie okresu subatlantyckiego (SA3) (od 500 cal yr BP; Starkel i in., 2013) powstały gleby, które występują na współczesnej powierzchni terenu i są reprezentowane przez Dystric Arenosols. W większości z nich występują cechy słabego bielicowania. Intensyfikacja procesów eolicznych w tym okresie wiązana jest z Małą Epoką Lodową oraz związanym z nią spadkiem temperatury powietrza, co ma swój zapis w osadach wydym nadmorskich, m.in. w Polsce, Litwie oraz Danii (Česnulevičius i Morkunaitė, 1998; Piotrowski, 1999; Clemmensen i Murray, 2006; Łabuz, 2013). Pokrywa eoliczna stanowi ciągłą warstwę na całym obszarze badawczym i pod względem pedogenezy jest to najbardziej jednolity fragment odsłonięcia na odcinku wybrzeża klifowego między Orzechowem a Dębiną. Lokalnie w okolicy Dębiny występują zaburzenia osadów eolicznych spowodowane procesami fluwialnymi, które miały miejsce kilkaset lat temu (Jonczak i in., 2019). Nowo wytworzona dolina rzeczna została ostatecznie zasypała przez piaski eoliczne w co najmniej dwóch etapach. W tychże osadach rozwinęły się najmłodsze gleby na obszarze badań. Gleby wykształcone z osadów eolicznych charakteryzuje występowanie poziomu próchnicznego o małej miąższości (zazwyczaj około 5 cm), co świadczy o niestabilnej sytuacji środowiskowej w okresie ich tworzenia oraz dużej dynamice procesów eolicznych, które spowodowały ich pogrzebanie.

Oprócz intensywnych procesów eolicznych, które silnie oddziaływały na kształtowanie się gleb, zwłaszcza w okresie subatlantyckim, w profilach widoczne są dodatkowo cechy dawnej

aktywności człowieka. W rejonie Dębiny odnaleziono bowiem ślady paleniska, w którym znaleziono węgle drzewne datowane na 1707 ± 40 cal yr BP (Jonczak i in., 2019). Pierwsze ślady aktywności człowieka w strefie brzegowej Morza Bałtyckiego są datowane już na epokę kamienia (np. Uścińowicz i Miotk-Szpiganowicz 2003). Badania archeologiczne, geomorfologiczne i palinologiczne potwierdzają bytowanie człowieka na tym terenie również w kolejnych wiekach (Tobolski, 1987; Florek i in., 2008; Rączkowski i Banaszek, 2013; Majewski, 2014).

Pod względem właściwości chemicznych, badane gleby można podzielić na cztery główne grupy: (a) najmłodsze genetycznie, ubogie gleby wykształcone z piasków eolicznych, (b) gleby wykształcone z piasków fluwialnych z relatywnie niską zawartością składników odżywczych, ale wyższą niż gleby najmłodsze, (c) gleby torfowe o wysokiej zawartości składników odżywczych, (d) gleby wykształcone z gliny zwałowej fazy pomorskiej zasobne w składniki odżywcze. Biorąc pod uwagę sekwencję zalegania osadów różnej genezy na obszarze badań, można stwierdzić, że jakość gleb wzrasta wraz ze wzrostem głębokości. Gleby najbardziej zasobne w składniki odżywcze występowały w dolnych partiach odsłoneń i były związane z pierwszym etapem glebotwórczym w postglacjalnej historii wybrzeża. Analogiczna zależność dotyczyła również odczynu gleb, od silnie kwaśnego i kwaśnego w górnej i środkowej części odsłoneń po zasadowy w strefie występowania gliny zwałowej. Obecność węglanu wapnia w osadach gliniastych może wynikać z istnienia dawnego rozległego, płytkiego zbiornika wodnego bezpośrednio po stopnieniu lądolodu. Dodatkowym dowodem potwierdzającym tę tezę jest występowanie warwowych mułków i osadów ilastych na powierzchni gliny zwałowej na niektórych odcinkach wybrzeża klifowego (Olszak i in., 2008). W badanych stanowiskach nie zaobserwowano obecności tego typu osadów. W glinie zwałowej oraz utworach torfowych zanotowano zdecydowany wzrost zawartości większości pierwiastków (TOC, N, P, K, Ca, Mg) o około 800% w stosunku do ubogich gleb wykształconych z piasków eolicznych. Całkowita zawartość żelaza (Fe_t) jest relatywnie niska w utworach eolicznych w porównaniu do osadów fluwioglacjalnych, glacialnych i organicznych. Intensywne wietrzenie wraz ze specyficznymi warunkami mikroklimatycznymi są głównym czynnikiem wpływającym na zawartość żelaza wolnego (Fe_d) traktowanego jako wskaźnik zaawansowania procesów glebotwórczych oraz żelaza związanego w krzemianach ($Fe_t - Fe_d$). Cechą charakterystyczną badanych gleb jest zdecydowanie wyższa zawartość wszystkich form żelaza w glinie zwałowej, torfie i utworach torfopodobnych niż w materiale fluwioglacjalnym i eolicznym. Na podstawie wskaźnika zaproponowanego przez Mokmę i in. (2004) uwzględniającego zawartości żelaza amorficznego (Fe_o) obliczono ponadto wiek najmłodszych

gleb, który pokrywał się z datami radiowęglowymi. Wartości współczynnika Fe_d/Fe_t sugerują niski stopień zwietrzenia gleb, zwiększony jedynie w poziomach wzbogacania.

Cechą charakterystyczną osadów torfowych i utworów torfopodobnych o wyraźnej strukturze włóknistej jest ich znaczna kompakcja wynikająca z nacisku utworów nadkładowych. Oszacowanie pierwotnej miąższości warstwy torfu jest trudne. W związku z kompakcją tych utworów, możliwość pełnej klasyfikacji niniejszych gleb była ograniczona. W obecnej wersji klasyfikacji WRB brakuje bowiem kwalifikatorów wskazujących na tego typu właściwości. Mimo spełniania pozostałych kryteriów dla poziomu *histic*, profile te często nie mogły być sklasyfikowane jako gleby z grupy Histosols z racji zbyt małej miąższości. Z tego powodu zaproponowano dodanie do klasyfikacji WRB nowego kwalifikatora *Compactic* (cm) (od angielskiego słowa *compacted*), którego definicja odnosi się do gleb posiadających poziom lub poziomy genetyczne noszące cechy znacznej kompaktacji (gęstość objętościowa $> 1,8 \text{ g cm}^{-3}$) w wyniku oddziaływania naturalnych i/lub antropogenicznych procesów; stosowane dla wszystkich typów gleb, w tym również gleb kopalnych. Kolejnym wyzwaniem podczas próby klasyfikacji badanych gleb było określenie typologii profili, które uległy znacznej erozji i zostały pozbawione niektórych poziomów genetycznych. Ten problem wystąpił na stanowisku w rejonie Orzechowa, gdzie zachowana w ścianie klifu gleba bielicoziemna została pozbawiona wszystkich poziomów glebowych występujących powyżej poziomu wzbogacania. Brak kwalifikatora mogącego podkreślić to zagadnienie spowodował znaczne problemy w poprawnej klasyfikacji tego profilu. Stąd zaproponowano dodanie nowego kwalifikatora do klasyfikacji WRB o nazwie *Erodic* (er) (od angielskiego słowa *eroded*) charakteryzującego gleby pozbawione któregośkolwiek z poziomów w wyniku procesów naturalnych i/lub antropogenicznych z zastosowaniem dla wszystkich typów gleb, w tym również gleb kopalnych. Problematyka poprawnej klasyfikacji gleb kopalnych z zastosowaniem klasyfikacji WRB nadal wymaga dalszych badań ze względu na mnogość potencjalnych cech występujących w glebach pogrzebanych, będących wynikiem szeregu dawnych procesów, w tym również ich diagenety. Analogiczne problemy w poprawnej klasyfikacji gleb kopalnych występują również w badaniach z zastosowaniem Systematyki gleb Polski (SgP, 2019). Niniejsze wyniki badań mogą być przyczynkiem do szczegółowej dyskusji na ten temat.

Podsumowanie

Wyniki badań podkreślają ścisłą relację pomiędzy właściwościami gleb a środowiskowymi warunkami rozwoju gleb oraz znaczenie gleb kopalnych w rekonstrukcjach paleośrodowiskowych. Wyniki te przyczyniły się do znacznego poszerzenia wiedzy na temat rozwoju, przekształceń i właściwości gleb strefy nadmorskiej. Uzyskane dane wskazują na dużą dynamikę procesów wpływających na kształtowanie się pokrywy glebowej oraz bogatą historię rozwoju ekosystemu wybrzeża w czwartorzędzie od momentu zaniku lądolodu zlodowacenia Wisły do czasów współczesnych. Obecny kształt krajobrazu wybrzeża jest wynikiem wieloetapowej depozycji materiału różnej genezy, począwszy od gliny zwałowej, przez piaski fluwioglacjalne, torf, aż po piaski eoliczne. Dynamika procesów glacialnych, fluwioglacjalnych i eolicznych przyczyniła się do ukształtowania krajobrazu południowego wybrzeża Morza Bałtyckiego. Bazując na badaniach gleboznawczych, analizie palinologicznej i *Cladocera*, stwierdzono znaczne różnice pomiędzy współczesnym stanem krajobrazu wybrzeża, a jego kształtem na początku Holocenu. Dzięki wykorzystaniu analizy obserwacji ziaren powierzchni kwarcu z zastosowaniem skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), możliwa była dokumentacja oddziaływania środowiska peryglacialnego. Wytapianie wód lądolodu czy brył martwego lodu doprowadziło do powstawania licznych zbiorników wodnych na całej długości badanego odcinka wybrzeża środkowego Morza Bałtyckiego, które zostały szczegółowo zrekonstruowane pod względem historii ich rozwoju w kontekście zmian klimatu i szaty roślinnej. Stopniowe zarastanie jezior polodowcowych rozpoczęło kolejny etap mający znaczący wpływ na kształtowanie się gleb tego obszaru prowadząc do powstania osadów torfowych, powszechnie występujących głównie w spągowej części klifów. Kolejnym znaczącym i mającym decydujący wpływ na rozwój gleb tego rejonu, również współcześnie, etapem depozycji materiału w strefie przybrzeżnej Morza Bałtyckiego są procesy eoliczne. Powszechne występowanie piasków eolicznych w klifach jest czynnikiem decydującym o ostatnim etapie rozwoju pokrywy glebowej tego obszaru.

Zaproponowane kwalifikatory uzupełniające do klasyfikacji WRB mają na celu określenie pełniejszej typologii gleb kopalnych, których właściwości bardzo często różnią się od gleb występujących na współczesnej powierzchni terenu.

Literatura:

- Błaszkiwicz, M., 2005. Późnoglacialna i wczesnoholoceńska ewolucja obniżeń jeziornych na Pojezierzu Kociewskim (wschodnia część Pomorza). *Prace Geograficzne* 201, 11–92.
- Bednarek R. 1979. Gleby wybranych odcinków klifowych polskiego wybrzeża Bałtyku (Soils of the selected sections of Polish Baltic seashore). *Studia Soc. Sc. Toruń. Sec. D. 10: 6: 1-124.*
- Česnulevičius, A., Morkunaitė, R., 1998. The some aspects of comparative characteristics of the old and new generation dunes in the Curonian Spit. In: *The Geogr. Yearb. vol. 31. pp. 199–210.*
- Clemmensen, L.B., Murray, A., 2006. The termination of the last major phase of aeolian sand movement coastal dunefields, Denmark. *Earth Surf. Process.* 31, 795–808.
- Dobrowolski, R., Mazurek, M., Osadowski, Z., Alexandrowicz, W.P., Pidek, I.A., Pazdur, A., Piotrowska, N., Drzymulska, D., Urban, D., 2019. Holocene environmental changes in northern Poland recorded in alkaline spring-fed fen deposits – A multi-proxy approach. *Quater. Sci. Rev.* 219, 236–262. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.05.027>.
- Dziadowiec, H., Gonet, S., 1999. Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Warszawa: Prace Komisji Nauk PTG 120, 66.
- FAO, 2006. Guidelines for Soil Description. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 27.
- Florek, W., Kaczmarzyk, J., Majewski, M., Olszak, I.J., 2008. Zmiany rzeźby klifu w rejonie Ustki jako efekt warunków litologicznych oraz procesów ekstremalnych i przeciętnych. *Landform Analysis* 7, 53–68
- Frey, D.G., 1986. Cladocera analysis. In: Berglund BE (ed) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, 667–692.
- Frydel, J.J., Mil, L., Szarafin, T., Koszka-Maróń, D., Przyłucka, M., 2017. Spatiotemporal differentiation of clifferosion rate within the Ustka Bay near Orzechowo. *Landf. Anal.* 34, 3–14.
- Hulisz, P., 2007. Propozycje systematyki gleb zasolonych występujących w Polsce. *Roczniki Gleboznawcze LVIII* 1/2, 121-129.
- Hulisz, P., 2016. Coastal marsh soils in Poland: characteristics and problems of classification. *Soil Science Annual* 67, 1/2016, 37-44.
- Hulisz, P., Charzyński, P., Giani, L., 2010. Application of the WRB classification to salt-affected soils in Poland and Germany. *Polish J. Soil Sci.* 43(1), 81–92.
- IUSS Working Group WRB, 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. In: *World Soil Resources Reports No. 106.* FAO, Rome. <http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf>.
- IUSS Working Group WRB, 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Jonczak, J., Florek, W., Kruczkowska, B., Gadziszewska, J., Niska, M., Uzarowicz, Ł., 2019. Late Vistulian and Holocene development of litho-morpho-pedogenic processes in the southern Baltic coastal zone: A case study from Dębina, northern Poland. *Geoderma* 348, 21–36. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.04.005>

- Korhola, A., Rautio, M., 2001. Cladocera and other branchiopod crustaceans. In: Smol JP, Birks HJB, Last WM (eds) *Tracking environmental change using Lake sediments, zoological indicators* 4. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 5–41.
- Krasilnikov, P., García Calderón, N.E., 2006. A WRB-based buried paleosol classification. *Quat. Inter.* 156–157, 176–188. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.05.009>.
- Kruczkowska, B., Jonczak, J., Gadziszewska, J., 2017. Characteristics of permafrost-affected soil in a cliff in the central part of the Polish Baltic coastal zone. *J. Soils Sediments* 17, 960–973.
- Kruczkowska, B., Jonczak, J., Gadziszewska, J., Niska, M., Florek, W., Degórski, M., 2019. The record of postglacial environmental changes of the southern Baltic coastal zone in the sequence of fossil soils. *J. Soils Sediments* 19, 848–861. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2058-4>.
- Krzyszowski, D., Koszka-Maróń, D., 2018. Stratigraphic position and sedimentary environment of Late Pleistocene deposits along the cliffed coast of the middle part of the Polish Baltic coast. *Geol. Q.* 62 (1), 48–68. <https://gq.pgi.gov.pl/article/view/25661>.
- Łabuz, T.A., 2013. Polish coastal dunes - affecting factors and morphology. *Landf. Anal.* 22, 33–59.
- Łabuz, T.A., Grunewald, R., Bobykina, V., Chubarenko, B., Česnulevičius, A., Bautreñas, A., Morkūnaitė, R., da H., 2018. Coastal dunes of the Baltic Sea shores: a review. *Quaestio. Geograph.* 37 (1), 47–71. <https://doi.org/10.2478/quageo-2018-0005>.
- Mack, G.H., James, W.C., Monger, H.C., 1993. Classification of paleosols. *Geol. Soc. Am. Bull.* 101, 188–203.
- Majewski, M., 2014. Human impact on Subatlantic slope wash processes and landform development at Lake Jasień (northern Poland). *Quatern. Int.* 324, 56–66.
- Mehra, O., Jackson, J., 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clay Clay Miner* 5, 317–327.
- Mokma, D.L., Yli-Hallab, M., Lindqvist, K., 2004. Podzol formation in sandy soils of Finland. *Geoderma* 120, 259–272.
- Niska, M., Gadziszewska, J., Jonczak, J., Florek, W., Kruczkowska, B., 2018. Postglacial evolution of small lake in South Baltic coastal zone based on geochemical, pollen and subfossil Cladocera analysis. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 47(4), 384–397.
- Olszak I.J., Jurys L., Kaulbarsz D., Masłowska M., Michałowska M., Zaleszkiewicz L., 2007. Thermoluminescence dating of Quaternary sediments forming cliffs of Polish coast between Gdynia and Ustka, in: 9th International Conference “Methods of Absolute Chronology”, Gliwice, April 25–27, 2007, Gliwice, s. 84.
- Olszak, I., Florek, W., Seul, C., Mojewski, M., 2008. *Stratygrafia i litologia mineralnych osadów występujących w klifach środkowej części polskiego wybrzeża Bałtyku (Stratigraphy and lithology of minerogenic deposits in coastal cliffs, middle section of the Polish Baltic coast)*. *Landform Analysis* 7, 113–118.
- Olszak, I.J., Florek, W., Mystkowska, A., 2012. Stratigraphy and lithology of Quaternary sediments in the eastern part of Orzechowo Cliff and their palaeogeographic implications. *Geologia i Geomorfologia* 9, 45–56.
- Piotrowski, A., 1999. Etapy rozwoju Bramy Świny. In: Borówka, R.K., Piotrowski, A., Wiśniowski, Z. (Eds.), *Problemy geologii, hydrogeologii i ochrony środowiska wybrzeża morskiego Zachodniego Pomorza. Przewodnik LXX Zjazdu Naukowego PTG*, Szczecin, pp. 215–241.
- Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, 2009. Particle size distribution and textural classes of soils and mineral materials - classification of Polish Society of Soil Science 2008. *Rocz. Glebozn. – Soil Sci. Ann.* 60 (2), 5–16.

- Pracz, J., Kwasowski, W., 2001. Charakterystyka kwaśnych gleb siarczanowych występujących w rejonie Mrzeżyna. *Rocz. Gleb.* LII(1/2), 23-37.
- Rączkowski, W., Banaszek, Ł., 2013. Osadnictwo w rejonie Jarosławianki – problem badawczy. In: Jonczak, J., Florek, W. (Eds.), *Środowisko glebotwórcze i gleby dolin rzecznych*. Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań, pp. 113–122.
- Rotnicki, K., Borówka, R.K., 1994. Stratigraphy, palaeogeography and dating of the North Polish Stage in the Gardno-Łeba Coastal Plain, in: Rotnicki, K. (Ed.), *Changes of the Polish Coastal Zone*, Symposium IGU CCS, Gdynia, Poland, *Quat. Res. Inst., AMU, Poznań*, 84–88.
- Starkel, L., Michczyńska, D., Krapiec, M., Margielewski, W., Nalepka, D., Pazdur, A., 2013. Progress in the holocene chrono-climatostratigraphy of Polish territory. *Geochronometria* 40, 1–21.
- Targulian, V.O., Goryachkin, S.V., 2004. Soil memory: types of record, carriers, hierarchy and diversity. *Rev Mex Cienc Geol* 21, 1–8.
- Tobolski, K., 1987. Holocene vegetational development based on the Kluki reference site in the Gardno-Łeba Plain. *Acta Paleobot* 27 (1), 179–222.
- Tylmann, K., Uścińowicz, Sz., 2022. Timing of the last deglaciation phases in the southern Baltic area inferred from Bayesian age modeling. *Quat. Sci. Rev.* 287, 107563.
- Uścińowicz Sz., Miotk-Szpiganowicz G., 2003. Holocene shoreline migrations in the Puck Lagoon (Southern Baltic Sea) based on the Rzućewo Headland case study, *Landform Analysis* 4, 83–97.
- Uścińowicz, Sz., Zachowicz, J., Graniczny, M., Dobradzki, R., 2004. Geological structure of the southern Baltic coast and related hazards. *Polish Geological Institute Special Papers* 15, 61–68.
- Uścińowicz, Sz., Adamiec, G., Bluszcz, A., Jegliński, W., Jurys, L., Miotk-Szpiganowicz, G., Moska, P., Pączek, U., Piotrowska, P., Poręba, G., Przedziecki, P., Uścińowicz, G., 2019. Chronology of the last ice sheet decay on the southern Baltic area based on dating of glaciofluvial and ice-dammed lake deposits. *Geol. q.* 63, 192–207.
- Van Reeuwijk, L.P., 2002. Procedures for soil analysis. Sixth edition. ISRIC, FAO, Wageningen.

e) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowych

- **Wpływ denudacji antropogenicznej i erozji wodnej na właściwości gleb zagłębień bezodpływowych oraz ich interpretacja na podstawie map glebowo-rolniczych, ortofotomap i badań terenowych.**

Zagłębienia bezodpływowe są jedną z typowych form polodowcowych, powszechnie występującą w krajobrazie młodoglacjalnym. Badania dotyczące różnorodności typów gleb w tego rodzaju formach terenu przeprowadzono na Pojezierzu Drawskim. Szczegółowe analizy dotyczące wpływu denudacji antropogenicznej i erozji wodnej wykonano w wybranych zagłębieniach bezodpływowych różniących się typem użytkowania – las, łąka, pole uprawne. Uzyskane wyniki badań były podstawą do opracowania tekstu rozprawy doktorskiej. Ponadto wybrane wyniki opublikowano w następujących pracach:

- a) **Kruczkowska, B.**, 2016. The use of kettle holes for reconstructing former soil cover in different types of land use. *Geographia Polonica* 89(3), 323-343.
- b) **Kruczkowska, B.**, Kołaczowska, E., Regulska, E., 2014. Zastosowanie modelu LISEM w badaniach naturalnych przekształceń środowiska. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 38, 149-160.
- c) **Przewoźna, B.**, 2014. Changes of bulk density, air-water properties and morphology of soils in basins without outlets as an effect of erosion and anthropogenic denudation (a study from northwestern Poland). *Soil Science and Plant Nutrition* 60, 30-37.

- **Gleba w koncepcji świadczeń ekosystemowych na przykładzie krajobrazu młodoglacjalnego**

Koncepcja świadczeń ekosystemowych dynamicznie rozwija się w ostatnich latach. Poszczególne typy ekosystemów różnią się potencjałem do świadczenia usług zaopatrzeniowych, regulacyjnych i kulturowych. Gleba jest niewątpliwie jednym z najistotniejszych elementów środowiska przyczyniającym się do kształtowania tego potencjału i wynikających z niego korzyści. Z tego powodu usługi ekosystemowe gleb (Soil Ecosystem Services – SES) stanowią ważny wątek w badaniach tego nurtu. Szczegółowe prace przeprowadzono w glebach mineralnych i organicznych krajobrazu młodoglacjalnego. Dodatkowo wątek ten podjęto również w pracach dotyczących zalesiania terenów porolnych brzozą brodawkowatą. W tychże badaniach po raz pierwszy zastosowano Siedliskowy Indeks Glebowy (SIG) jako wskaźnik wybranych usług regulacyjnych świadczonych przez gleby. Wyniki badań opublikowano w następujących pracach:

- a) **Kruczkowska, B.**, Jonczak, J., Kondras, M., Oktaba, L., Pawłowicz, E., Chojnacka, A., Jankiewicz, U., Oktaba, J., Olejniczak, I., Słowińska, S., Regulska, E., 2023. The use of trophic status indicator as a tool to assess the potential of birch-afforested soils to provide ecosystem services. *Agriculture Ecosystems & Environment* 348, 108434. DOI:10.1016/j.agee.2023.108434.
- b) Affek A., Degórski M., Wolski J., Solon J., Kowalska A., Roo-Zielińska E., Grabińska B., **Kruczkowska B.**, 2020, *Ecosystem service potentials and their indicators in postglacial landscapes: Assessment and mapping*, Elsevier, Amsterdam (The Netherlands); Oxford (United Kingdom); Cambridge (United States), 392 s.
- c) Solon, J., Roo-Zielińska, E., Affek, A., Kowalska, A., **Kruczkowska, B.**, Wolski, J., Degórski, M., Grabińska, B., Kończowska, E., Regulska, E., Zawiska, I., 2017. Świadczenia ekosystemowe w krajobrazie młodogłacjalnym. Ocena potencjału i wykorzystania. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Wydawnictwo Akademickie SEDNO, Warszawa, 469 s.
- d) **Kruczkowska, B.**, Solon, J., Wolski, J., 2017. Mapping ecosystem services-a new regional-scale approach. *Geographia Polonica* 90(4), 503-520.
- e) Kowalska, A., Affek, A., Solon, J., Degórski, M., Grabińska, B., Kończowska, E., **Kruczkowska B.**, Regulska E., Roo-Zielińska E., Wolski J., Zawiska I., 2017. Potential of cultural ecosystem services in postglacial landscape from beneficiaries' perspective. *Ekonomia i Środowisko* 60(1), 236-245
- f) Degórski, M., Roo-Zielińska, E., Grabińska, B., Kowalska, A., Solon, J., Affek, A., **Kruczkowska, B.**, Wolski, J., Kończowska, E., Regulska, E., Zawiska, I., 2016. Ecosystem services in postglacial landscape – basic assumptions and research methodology. *Ekonomia i Środowisko* 59(4), 22-32.
- g) Roo-Zielińska, E., Affek, A., Kowalska, A., Grabińska, B., **Kruczkowska, B.**, Wolski, J., Solon, J., Degórski, M., Kończowska, E., Regulska, E., Zawiska, I., 2016. Potential of provisioning and regulating ecosystem services in postglacial landscape. *Ekonomia i Środowisko* 59(4), 274-291.

- **Badania pokrywy glebowej łągów jesionowo-wiązowych**

Łągi jesionowo-wiązowe są cennymi zbiorowiskami leśnymi występującymi na całym niżu oraz niektórych obszarach wyżynnych Polski. W większości zostały one wylesione, osuszone i zamienione na łąki lub grunty orne, stąd naturalne lasy łąkowe zachowały się do dziś jedynie fragmentarycznie. Znaczna ich część straciła swoją specyfikę w następstwie

pogłębiania i regulacji koryt rzecznych, co ograniczyło zalewy i procesy aluwialne, przyczyniając się do zmian warunków glebowych i roślinności. Badania przeprowadzono na sześciu powierzchniach badawczych zlokalizowanych w dolinie środkowej Wisły, porośniętych łągami jesionowo-wiązowymi o różnym stopniu odkształcenia od stanu naturalnego. Wyniki badań opublikowano w następujących opracowaniach:

- a) Kowalska, A., Affek, A., Wolski, J., Regulska, E., **Kruczkowska, B.**, Zawiska, I., Kołaczkowska, E., Baranowski, J., 2021. Assessment of regulating ES potential of lowland riparian hardwood forests in Poland. *Ecological Indicators* 120, 106834. DOI:10.1016/j.ecolind.2020.106834.
- b) Kowalska A., Affek A., Baranowski J., Gierszewski P., Kaszubski M., Kołaczkowska E., **Kruczkowska B.**, Regulska E., Wolski J., Zawiska I., 2019. Raport z realizacji projektu badawczego Świadczenia łągów jesionowo-wiązowych w dolinie środkowej Wisły, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa, 222 s.
- c) Kowalska, A., Affek, A., Regulska, E., Wolski, J., **Kruczkowska, B.**, Kołaczkowska, E., Zawiska, I., Baranowski, J., 2019. Łęgi jesionowo-wiązowe w dolinie środkowej Wisły: stan ekosystemów pozbawionych zalewów i wytyczne do działań ochronnych. *Przegląd Geograficzny* 91(3), 295-323.

- **Wpływ topografii i uprawy na gleby północno-wschodnich Indii**

Pokrywa glebowa na terenach silnie urzeźbionych jest szczególnie narażona na degradację w wyniku intensywnej uprawy. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na potencjalne straty gleby są warunki klimatyczne. Badania dotyczące wpływu topografii oraz sposobu uprawy na właściwości fizyczne i chemiczne gleb przeprowadzono w środkowej części Płaskowyżu Meghalaya (Indie). Zakładając, że klimat monsunowy, rodzaj skały macierzystej i wiek gleb są stosunkowo jednolite na obszarze badań, różnice właściwości gleb porównano na dwóch kontrastujących formach terenu – płaskie grzbiety i strome zbocza oraz trzech typach użytkowania gruntów. Wyniki badań opublikowano w następującym artykule:

- a) Prokop, P., **Kruczkowska, B.**, Syiemlieh, H.J., Bucala-Hrabia, A., 2018. Impact of topography and sedentary swidden cultivation on soils in the hilly uplands of North-East India. *Land Degradation & Development* 29(8), 2760-2770. DOI:10.1002/ldr.3018.

- **Rekonstrukcja dawnego wpływu człowieka na pokrywę glebową Puszczy Białowieskiej**

Puszcza Białowieska, wbrew powszechnym przekonaniom o jej relatywnie naturalnym stanie, jest obszarem, na którym występują liczne ślady dawnej bytności człowieka w postaci osad, systemów pól uprawnych, czy kurhanów. Szczegółowe badania pokrywy glebowej przeprowadzono w kilku lokalizacjach Puszczy Białowieskiej w miejscach występowania form kulturowych. Wyniki badań opublikowano w następujących artykułach:

- a) Niedziółka, K., Krupski, M., **Kruczkowska, B.**, Krasnodębski, D., Kittel, P., Wawrusiewicz, A., Skrzyński, G., Urbańczyk, P., 2023. Living on the edge(s). Settlement revival in the Sacharewo microregion (Białowieża Forest, E Poland) during the Iron Age and Roman Period (1st c. BC/1st c. AD – 5th/6th c. AD). *Prähistorische Zeitschrift*, DOI:10.1515/pz-2023-2013.
- b) Krupski, M., **Kruczkowska, B.**, Kittel, P., Jakubczak, M., Skrzyński, G., Golyeva, A., Niedziółka, K., Urbańczyk, P., 2022. Evidence of prehistoric and early medieval agriculture and its impact on soil and land relief transformation in the Białowieża natural forest (NE Poland). *Geoderma*, 410, 115668. DOI:10.1016/j.geoderma.2021.115668.

- **Badania przekształceń gleb porolnych wskutek zalesienia brzozą**

Zalesianie terenów porolnych jest powszechnym procederem występującym na gruntach ocenianych jako nieopłacalne dla produkcji rolnej. Jednym wykorzystywanych do tego gatunków jest brzoza brodawkowata. Badania przekształceń porolnych gleb piaszczystych i gliniastych zalesionych brzozą przeprowadzono w 20 lokalizacjach na terenie Nadleśnictwa Skierniewice i Brzeziny. Wyniki badań opublikowano w szeregu artykułów:

- a) Chojnacka, A., Jonczak, J., Oktaba, L., Pawłowicz, E., Regulska, E., Słowińska, S., Olejniczak, I., Oktaba, J., **Kruczkowska, B.**, Jankiewicz, U., 2023. Dynamics of fungal community structure in a silver birch (*Betula pendula* Roth) succession chronosequence on poor-quality post-arable soil. *Agriculture Ecosystems & Environment* 342, 108225. DOI:10.1016/j.agee.2022.108225.
- b) **Kruczkowska, B.**, Jonczak, J., Kondras, M., Oktaba, L., Pawłowicz, E., Chojnacka, A., Jankiewicz, U., Oktaba, J., Olejniczak, I., Słowińska, S., Regulska, E., 2023. The use of trophic status indicator as a tool to assess the potential of birch-afforested soils to provide ecosystem services. *Agriculture Ecosystems & Environment* 348, 108434. DOI:10.1016/j.agee.2023.108434.

- c) Jonczak, J., Oktaba, L., Chojnacka, A., Pawłowicz, E., **Kruczkowska, B.**, Oktaba, J., Słowińska, S., 2023. Nutrient fluxes via litterfall in silver birch (*Betula pendula* Roth) stands growing on post-arable soils. *European Journal of Forest Research* 142, 981-996. DOI:10.1007/s10342-023-01569-6.
- d) Jonczak, J., Oktaba, L., Pawłowicz, E., Chojnacka, A., Regulska, E., Słowińska, S., Olejniczak, I., Oktaba, J., **Kruczkowska, B.**, Kondras, M., Jankiewicz, U., Wójcik-Gront, E., 2023. Soil organic matter transformation influenced by silver birch (*Betula pendula* Roth) succession on abandoned from agricultural production sandy soil. *European Journal of Forest Research* 142, 367–379. DOI:10.1007/s10342-022-01527-8.
- e) Jonczak, J., Jankiewicz, U., Kondras, M., **Kruczkowska, B.**, Oktaba, L., Oktaba, J., Olejniczak, I., Pawłowicz, E., Polláková, N., Raab, T., Regulska, E., Słowińska, S., Sut-Lohmann, M., 2020. The influence of birch trees (*Betula* spp.) on soil environment – A review. *Forest Ecology and Management* 477, 118486. DOI:10.1016/j.foreco.2020.118486.

- **Badania gleb kopalnych w bezpośrednim sąsiedztwie Jeziora Gościąż**

Badania paleogeografii schyłkowej części późnego glacjału i starszej części holocenu Europy Środkowej w dużej mierze były możliwe dzięki występowaniu laminowanych osadów Jeziora Gościąż. Oprócz badań dotyczących rekonstrukcji paleogeograficznych wykonano również analizę gleb kopalnych zlokalizowanych w zlewni bezpośredniej jeziora. Występujące tam pogrzebane poziomy Bw są pozostałością po późnoglacialnych glebach typu Finow. Są one traktowane jako poziomy stratygraficzne dla późnoglacialnych krajobrazów eolicznych w Europie Zachodniej i Środkowej. Wyniki badań opublikowano w artykule:

- a) **Kruczkowska, B.**, Błaskiewicz, M., Jonczak, J., Uzarowicz, Ł., Moska, P., Brauer, A., Bonk, A., Słowiński, M., 2020. The Late Glacial pedogenesis interrupted by aeolian activity in Central Poland – records from the Lake Gościąż catchment. *Catena* 185, 104286. DOI:10.1016/j.catena.2019.104286.

- **Analiza wpływu zaniku Jeziora Rakutowskiego na gleby zlokalizowane w jego bezpośrednim sąsiedztwie**

Zanik jezior w efekcie oddziaływania czynników klimatycznych oraz antropogenicznych jest procesem powszechnie występującym na całym świecie. Obniżenie poziomu wód jeziornych oraz gruntowych w bezpośrednim sąsiedztwie zanikających zbiorników wodnych jest

niebezpieczne również dla pokrywy glebowej. Osuszanie bezpośredniego sąsiedztwa Jeziora Rakutowskiego doprowadziło do znacznego zmniejszenia jego powierzchni, co w efekcie doprowadziło do odwodnienia gleb organicznych oraz postępującego procesu murszenia. Wyniki analiz opublikowano w artykule:

- a) **Kruczkowska, B.**, Jonczak, J., Słowińska, S., Bartczak, A., Kramkowski, M., Uzarowicz, Ł., Tyszkowski, S., Słowiński, M., 2021. Stages of soil development in the coastal zone of a disappearing lake—a case study from central Poland. *Journal of Soils and Sediments* 21(3), 1420-1436. DOI:10.1007/s11368-021-02880-8.

- **Wpływ dawnej produkcji węgla drzewnego na właściwości gleb**

Wypalanie węgla drzewnego w mielerzach było bardzo powszechne w czasach historycznych. Na podstawie analizy powierzchni terenu z wykorzystaniem danych lidarowych zewidencjonowano tysiące tego typu form terenu na obszarze północnej i środkowej Polski. Mielerze nie pozostają bez wpływu na otaczające ich środowisko, stąd podjęto się badań dotyczących zmian m.in. właściwości gleb w ich obrębie oraz bezpośrednim sąsiedztwie. Dotychczas opublikowano następujące artykuły dotyczące tego zagadnienia:

- a) Jonczak, J., Barbarino, V., Chojnacka, A., **Kruczkowska, B.**, Szewczyk, K., Gmińska-Nowak, B., Kołaczowska, E., Łuców, D., Halaś, A., Mroczkowska, A., Słowińska, S., Kramkowski, M., Kowalska, A., Słowiński, M., 2024. Historical charcoal production as a factor in soil cover heterogeneity in a fluvio-glacial landscape – A case study from northern Poland. *Geoderma* 445, 116892. DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116892.
- b) Słowiński, M., Związek, T., Swoboda, P., Niedzielski, M.A., Słowińska, S., Konopski, M., Jonczak, J., **Kruczkowska, B.**, Chojnacka, A., Róg, D., Szewczyk, K., Brykała, D., 2024. Human impacts on environment in the preindustrial forest landscapes in Poland—An overview. *Elementa: Science of the Anthropocene* 12(1), 1-26. DOI:10.1525/elementa.2023.00065.
- c) Słowiński, M., Szewczyk, K., Jonczak, J., Związek, T., Łuców, D., Halaś, A., Obremska, M., Słowińska, S., Róg, D., Mroczkowska, A., Noryśkiewicz, A.M., Chojnacka, A., Ważny, T., Gmińska-Nowak, B., Kramkowski, M., Barbarino, V., Tyszkowski, S., **Kruczkowska, B.**, Kowalska, A., Kołaczowska, E., Swoboda, P., Kardasz, C., Niedzielski, M., Konopski, M., Brykała, D., 2022. A novel multiproxy approach to detect the impact of charcoal production on the natural environment in NW Poland—project concept and preliminary results. *Geographia Polonica* 95(3), 205-225.

- **Gleby z grupy Umbrisols w południowej części Alp**

Podczas wyjazdu naukowego na Uniwersytet w Mediolanie w ramach programu Erasmus+ wykonano badania terenowe w południowej części Alp dotyczące gleb klasyfikowanych jako Umbrisols (IUSS Working Group WRB, 2022). Charakteryzują się one głębokim (około 40 cm) poziomem próchnicznym, co stanowi nietypową cechę w odniesieniu do gleb górskich. Badania rozszerzono o analizę właściwości fizycznych i chemicznych tych gleb. Wstępne wyniki zostały opublikowane w postaci abstraktu i zostaną zaprezentowane na kongresie Centennial Celebration and Congress of the International Union of Soil Sciences, May 19-21, 2024, Florence, Italy:

- a) D'Amico, M.E., Pintaldi, E., Benech, A., Oktaba, L., **Kruczkowska, B.**, Masseroli, A., Rossi, L., Freppaz M., 2024. Black soils in the south side of the Alps: large C stocks, strong weathering degree, genetic issues.

- **Wpływ stosowania biowęgla na zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleb oraz jego oddziaływanie na liczebność i biomasę dżdżownic**

Badania nad wpływem domieszek biowęgla w glebie są prowadzone od lat przez badaczy z całego świata. Podczas zagranicznego stażu naukowego realizowanego w Słowackim Uniwersytecie Rolniczym w Nitrze przeprowadzono badania dotyczące wpływu dodatku do gleby różnych dawek biowęgla oraz nawozów na liczebność i biomasę dżdżownic. Wyniki analizy są obecnie opracowywane i planowane do publikacji w czasopiśmie Agriculture, Ecosystems & Environment.

- **Historia wpływu człowieka i procesów naturalnych na zmiany pokrywy glebowej w Puszczy Białej**

Puszcza Biała jest obszarem zlokalizowanym w widłach rzeki Narew oraz Bug, rozpościerającym się od Pułtusza do okolic Ostrowi Mazowieckiej. Historia jej rozwoju jest ściśle związana z dawną aktywnością człowieka. Badania wykonywane w ramach projektu NCN „Biskupie drzewa. Historia środowiskowa Puszczy Białej” dotyczą wzajemnych powiązań na linii człowiek-środowisko. Celem jest określenie związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy ingerencją człowieka a obecnym stanem środowiska Puszczy Białej. Jednym z wątków badawczych jest określenie zmian antropogenicznych w glebach dawnych osad oraz wpływu wylesienia na uruchomienie procesów eolicznych. Prace nad realizacją zadań badawczych są w toku. Planowana jest publikacja serii artykułów dotyczących ww. zagadnień.

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

Do 2017 roku badania naukowe były wykonywane w czasie zatrudnienia w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego PAN. Od 2017 roku badania są realizowane w Katedrze Gleboznawstwa SGGW w Warszawie.

Zagraniczne staże naukowe, współpraca międzynarodowa

Staże i wyjazdy naukowe:

- 1.09-30.11.2023 – zagraniczny staż naukowy na Słowackim Uniwersytecie Rolniczym w Nitrze (Słowacja) (2 miesiące) oraz Uniwersytecie w Pizie (Włochy) (1 miesiąc) finansowany z Własnego Funduszu Stypendialnego SGGW w Warszawie. Podczas trwania stażu wykonywano badania dotyczące wpływu stosowania biowęgla na zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleb oraz jego oddziaływania na liczebność i biomasę dżdżownic.
- 12-16.06.2023 – zagraniczny wyjazd naukowy na Uniwersytet w Mediolanie (Włochy) w ramach programu Erasmus+
- 23-27.09.2019 – zagraniczny wyjazd naukowy na Słowacki Uniwersytet Rolniczy w Nitrze (Słowacja) w ramach programu Erasmus+

Wykaz publikacji i abstraktów będących wynikiem współpracy międzynarodowej:

1. Jonczak, J., Barbarino, V., Chojnacka, A., **Kruczkowska, B.**, Szewczyk, K., Gmińska-Nowak, B., Kołaczowska, E., Łuców, D., Halaś, A., Mroczkowska, A., Słowińska, S., Kramkowski, M., Kowalska, A., Słowiński, M., 2024. Historical charcoal production as a factor in soil cover heterogeneity in a fluvio-glacial landscape – A case study from northern Poland. *Geoderma* 445, 116892. DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116892.
2. Sut-Lohmann, M., Pędziwiatr, A., Jonczak, J., Kruczkowska, B., 2024. Remediation of Soils Polluted by Urban Settings. Springer. DOI: 10.1007/978_2023_1068 (rozdział zaakceptowany do druku)
3. D'Amico, M.E., Pintaldi, E., Benech, A., Oktaba, L., **Kruczkowska, B.**, Masseroli, A., Rossi, L., Freppaz M., 2024. Black soils in the south side of the Alps: large C stocks, strong

weathering degree, genetic issues. (abstrakt zgłoszony na kongres Centennial Celebration and Congress of the International Union of Soil Sciences, May 19-21, 2024, Florence, Italy).

4. Jonczak, J., Jankiewicz, U., Kondras, M., **Kruczkowska, B.**, Oktaba, L., Oktaba, J., Olejniczak, I., Pawłowicz, E., Polláková, N., Raab, T., Regulska, E., Słowińska, S., Sut-Lohmann, M., 2020. The influence of birch trees (*Betula* spp.) on soil environment – A review. *Forest Ecology and Management* 477, 118486. DOI:10.1016/j.foreco.2020.118486 (200 pkt. MNiSW; IF: 3.558).
5. Krupski, M., **Kruczkowska, B.**, Kittel, P., Jakubczak, M., Skrzyński, G., Golyeva, A., Niedziółka, K., Urbańczyk, P., 2022. Evidence of prehistoric and early medieval agriculture and its impact on soil and land relief transformation in the Białowieża natural forest (NE Poland). *Geoderma* 410, 115668. DOI:10.1016/j.geoderma.2021.115668 (200 pkt. MNiSW; IF: 6,1).
6. **Kruczkowska, B.**, Błaszkiwicz, M., Jonczak, J., Uzarowicz, Ł., Moska, P., Brauer, A., Bonk, A., 2020. The Late Glacial pedogenesis interrupted by aeolian activity in Central Poland – records from the Lake Gościąż catchment. *Catena* 185, 104286. DOI: 10.1016/j.catena.2019.104286. (140 pkt. MNiSW; IF: 5.198).
7. Prokop, P., **Kruczkowska, B.**, Syiemlieh, H. J., Bucała-Hrabia, A., 2018. Impact of topography and sedentary swidden cultivation on soils in the hilly uplands of North-East India. *Land Degradation & Development* 29(8), 2760-2770. (50 pkt. MNiSW; IF 7.27)

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

a) Osiągnięcia dydaktyczne

- Prowadzenie zajęć ćwiczeniowych z Gleboznawstwa dla studentów kierunku: leśnictwo, rolnictwo, architektura krajobrazu, ogrodnictwo, biologia, inżynieria ekologiczna.
- Prowadzenie wykładu z Gleboznawstwa dla studentów kierunku inżynieria ekologiczna.
- Prowadzenie fakultetu „Monitoring środowiska” oraz „Świadczenia ekosystemowe” dla studentów kierunku rolnictwo.
- Promotorstwo jednej pracy inżynierskiej.
- Recenzent dwóch prac inżynierskich i jednej pracy magisterskiej.

b) Udział w organizacji konferencji naukowych

- 2014 – Udział w Komitecie organizacyjnym ogólnopolskiej konferencji naukowej "Krajobraz z komputera: Modelowanie krajobrazu - nowe narzędzia, metody, typologie".
- 2013 – Udział w Komitecie organizacyjnym konferencji „60 lat działalności naukowej Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN”.

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

a) Nagrody i wyróżnienia

- 2023 – Nagroda JM Rektora SGGW indywidualna III stopnia za osiągnięcia badawcze
- 2022 – Nagroda za najlepszy poster na konferencji 4th International Conference of Young Scientists – Soil in the Environment (SITE), Toruń
- 2009 – Stypendium, w ramach projektu "Mazowieckie Stypendium Doktoranckie", przyznane przez Marszałka Województwa Mazowieckiego dla najlepszych absolwentów szkół wyższych kontynuujących naukę na studiach doktoranckich z zakresu nauk i dziedzin naukowych przyczyniających się do rozwoju strategicznych obszarów Województwa Mazowieckiego.

b) Przerwy w działalności naukowej

Liczba dni przerwy w działalności naukowej w latach 2020-2022 wynosi 623 (urlop macierzyński).

.....
(podpis wnioskodawcy)