

ZAŁĄCZNIK nr 2

Autoreferat w języku polskim

1. Imię i nazwisko

Jerzy Jonczak

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

Magister biologii, specjalność gleboznawstwo, stopień uzyskany na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu w roku 1999; tytuł pracy magisterskiej „Dynamika wybranych właściwości gleb płowych powierzchni testowej nr 1 stacji bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Koniczynie”

Doktor nauk biologicznych w zakresie biologii, stopień uzyskany na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu w roku 2004; tytuł rozprawy doktorskiej „Rola upraw topolowych w ekosystemie przyrodniczo-społecznym obszarów wiejskich”

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych

1.10.1999 – 30.09.2003 – Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, studium doktoranckie

1.04.2005 – 30.09.2016 - Akademia Pomorska w Słupsku, adiunkt w Instytucie Geografii i Studiów Regionalnych; od 1.10.2015 do 30.09.2016 pełnienie obowiązków kierownika Zakładu Geoekologii i Geoinformacji

od 1.10.2016 – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, adiunkt w Katedrze Nauk o Środowisku Glebowym, Wydział Rolnictwa i Biologii

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Geneza, ewolucja i właściwości gleb dolin rzek źródłowych w młodoglacjalnych obszarach zastoiskowych na przykładzie Leśnej (Równina Sławieńska)

4.2. Autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

Osiągnięcie naukowe stanowi monografia jednoautorska:

Jonczak J. 2015. Geneza, ewolucja i właściwości gleb dolin rzek źródłowych w młodoglacjalnych obszarach zastoiskowych na przykładzie Leśnej (Równina Sławieńska). Wydawnictwo Naukowe Akademii Pomorskiej w Słupsku, Słupsk: ss. 397.

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

Geosystemy zlewni rzecznych stanowią naturalne, hierarchicznie uporządkowane jednostki terytorialne krajobrazów lądowych. Najbardziej dynamicznym ich elementem są doliny rzeczne, w których następuje koncentracja odpływu wód generująca szereg zjawisk i procesów decydujących o specyfice ich środowisk. Woda stanowi m.in. czynnik modelujący rzeźbę terenu, kształtujący cechy osadów oraz wieloaspektowo wpływający na rozwój i właściwości gleb. Wyniki licznych badań gleboznawczych i geomorfologicznych nakazują rozpatrywać cechy pokrywy glebowej dolin rzecznych w kontekście ścisłych interakcji pomiędzy poszczególnymi składowymi geosystemów zlewni rzecznych w całej historii ich rozwoju, w szczególności czasoprzestrzennej dynamiki procesów fluwialnych, natężenia erozji i denudacji, właściwości gleb i osadów w obszarach alimentacyjnych, dynamiki poziomu i składu chemicznego wód gruntowych i rzecznych, ewolucji zbiorowisk roślinnych oraz nasilającej się na przestrzeni ostatnich tysiącleci antropopresji.

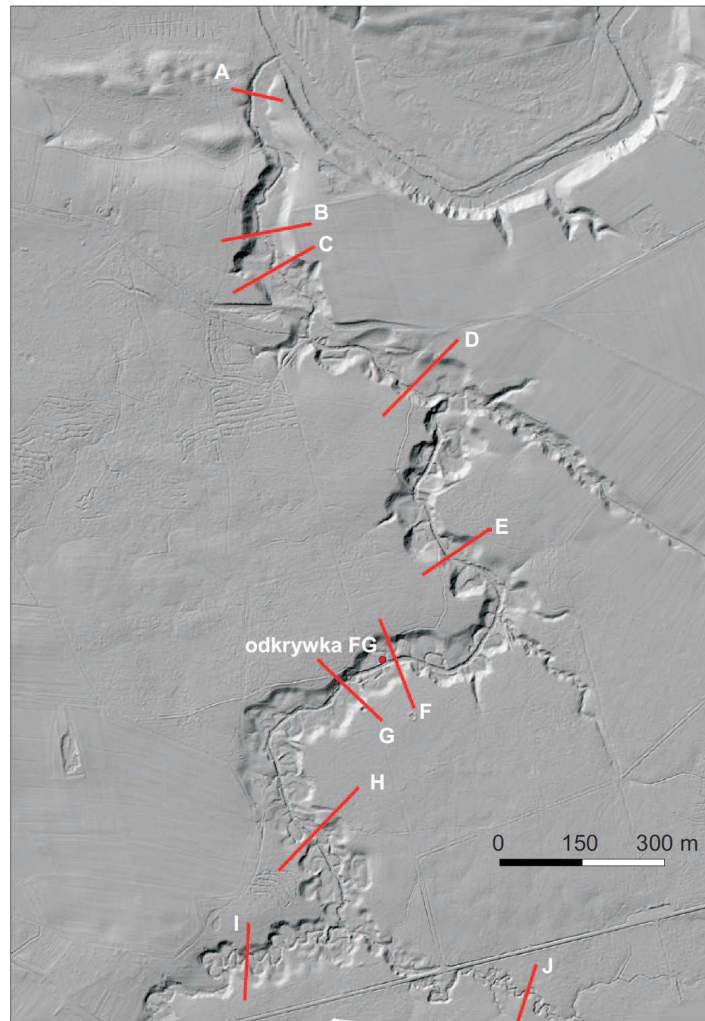
Glebom dolin rzecznych poświęcone zostały liczne opracowania o różnym stopniu szczegółowości. Na obszarze Polski zagadnienie to było w różnym stopniu podejmowane przez wszystkie ośrodki gleboznawcze oraz szereg jednostek naukowych z dziedzin pokrewnych, w szczególności geomorfologów. Wśród opracowań dominują prace poświęcone właściwościom fizycznym i chemicznym gleb dolin rzecznych w kontekście ich genezy oraz różnokierunkowego oddziaływania człowieka. Do bardziej kompleksowych należą prace Okruszki [1960], Witka [1965], Cierniewskiego [1982], Laskowskiego [1986], Dąbkowskiej-Naskręt [1990] i Chojnickiego [2002]. Dotychczasowe badania koncentrowały się w dolinach rzek o dużych i średnich rozmiarach, m.in. Wisły, Odry, Narwi, Biebrzy, Bugu, Warty, Noteci, Sanu, Wieprza, Łyny, Pasłęki, Łeby i Słupi, a przedmiotem zainteresowania były głównie mady rzeczne, rzadziej towarzyszące im gleby hydrogeniczne. Niewiele uwagi poświęcono glebom dolin małych rzek, w szczególności tzw. rzek źródłowych, stanowiących wg klasyfikacji Hortona i Strahlera [Strahler 1957] cieki 1 i 2 rzędu budujące system zlewni źródłowych. Wyniki badań geomorfologicznych dowodzą, że są to niezwykle dynamiczne obiekty o specyficznych na tle dolin rzek wyższego rzędu cechach, a zachodzące w nich procesy mają istotny wpływ na funkcjonowanie całych geosystemów zlewni rzecznych [Mazurek 2010, Mazurek i Paluszkiwicz 2013]. Obszary źródłowe są ponadto obiektami cennymi przyrodniczo, stanowiąc ostoję wielu chronionych gatunków roślin i zwierząt [Osadowski 2010].

Biorąc pod uwagę powyższe argumenty, podjąłem w roku 2007 badania nad genezą, ewolucją i właściwościami pokrywy glebowej dolin rzek źródłowych w młodoglacjalnym krajobrazie Pomorza Środkowego. Do badań wytypowałem kilka obiektów różniących się pod względem budowy geologicznej zlewni. W monografii wskazanej jako osiągnięcie naukowe skoncentrowałem się na rekonstrukcji głównych etapów rozwoju oraz właściwościach gleb dolin rzek źródłowych usytuowanych w obszarach zastoiskowych. Jako reprezentatywny obiekt wytypowana została dolina rzeki Leśnej, lewobrzeżnego dopływu dolnej Wieprzy. Historia rozwoju oraz właściwości gleb doliny tej rzeki rozpatrywałem w kontekście późnovistuliańskiej i holoceńskiej ewolucji środowiska glebotwórczego ze szczególnym uwzględnieniem czynników litomorfenetycznych, hydrologicznych i antropogenicznych oraz w kontekście czasoprzestrzennych powiązań pomiędzy poszczególnymi składnikami pokrywy glebowej i kształtującymi je procesami. W opracowaniu wielokrotnie nawiązuję do usytuowanej w obrębie tej samej równiny zastoiskowej, o podobnych cechach morfologicznych doliny rzeki Jarosławianki, której gleby również były przedmiotem szczegółowych badań.

Mające charakter rekonstrukcyjny badania genezy, ewolucji i właściwości gleb doliny Leśnej wymagały podejścia interdyscyplinarnego oraz zebrania możliwie szerokich informacji o środowisku glebotwórczym i jego postglacjalnej ewolucji. Wykorzystałem dostępne opracowania naukowe, głównie z zakresu geologii, geomorfologii, hydrologii, paleogeografii i archeologii oraz opracowania kartograficzne, m.in. mapy topograficzne w skali 1: 10 000, Szczegółową Mapę Geologiczną Polski w skali 1: 50 000, arkusz Sławno wraz z aneksem, mapę glebowo-rolniczą w skali 1: 5 000, mapę glebowo-siedliskową Nadleśnictwa Sławno w skali 1: 5 000 oraz mapę agronomiczną 1: 25 000, arkusz Krupy z aneksem z roku 1897. Uzyskałem również dostęp do dokumentacji melioracji wodnych. Niezwykle użyteczne okazały się udostępnione przez prof. dr hab. Włodzimierza Rączkowskiego wysokorozdzielcze obrazy lidarowe, na podstawie, których opracowałem numeryczny model rzeźby terenu doliny i obszarów przyległych, wykonałem przekroje niwelacyjne przez dolinę oraz określiłem jej parametry morfologiczne. Obrazy lidarowe pozwoliły również określić długość współczesnego koryta rzeki i spadek lustra wody oraz zrekonstruować jego przebieg przed wykonaniem prac regulacyjnych na początku XX wieku. Ponadto pozwoliły one uchwycić elementy rzeźby terenu, które nie były dostrzegalne na żadnym z dotychczasowych opracowań. Celem charakterystyki współczesnego środowiska glebotwórczego, w latach 2006-2008 prowadziłem w dolinie Leśnej we współpracy z prof. dr

hab. Wacławem Florkiem i mgr Celestyną Śmielak badania składu chemicznego wód powierzchniowych i gruntowych. Badania te, obejmujące wody rzeczne w kilku przekrojach, wody okresowych strumieni zasilających rzekę, wody źródliskowe i wody drenarskie, pozwoliły oszacować natężenie współczesnych procesów denudacji mechanicznej i chemicznej oraz określić ich dynamikę w nawiązaniu do parametrów zlewni i warunków pogodowych. Wyniki tych badań pozwoliły wyciągnąć istotny dla interpretacji cech pokrywy glebowej wniosek, że współczesne natężenie denudacji jest generalnie niewielkie. Znaczące skutki geomorfologiczne są generowane przez zimowo-wiosenne spływy powierzchniowe wód o charakterze opadowo-roztopowym, które niekiedy przybierają charakter ekstremalny [Florek i in. 2008].

W ramach badań gleboznawczych w dolinie Leśnej wykonano 87 odkrywek glebowych zlokalizowanych w dziesięciu transektach przecinających dolinę rzeki w jej dolnym, środkowym i górnym biegu (rys. 1). We wszystkich pobranych próbkach gleb oznaczono właściwości podstawowe, obejmujące gęstość właściwą i objętościową, porowatość, skład granulometryczny, odczyn oraz zawartość węgla organicznego, azotu ogółem i węglanów. Dla wyselekcjonowanych na podstawie morfologii profili i wyników analiz podstawowych, tzw. reprezentatywnych profili glebowych, obejmujących 25 profili w dnie doliny, 7 profili na stokach i 12 profili w przykrawędziowej części wysoczyzny, wykonano analizy rozszerzone, obejmujące właściwości fizyczne (powierzchnię fazy stałej, zawartość wody niedostępnej dla roślin), chemiczne (ogólna zawartość P, K, Ca, Mg, Fe, Al i Mn, specjacja fosforu, zawartość wolnych tlenków Fe, zawartość amorficznych tlenków Fe i Al, zbliżona do całkowitej zawartość Cu, Ni i Zn, kwasowość wymienna i glin wymienny oraz zawartość zasad wymiennych), skład mineralogiczny frakcji piasku grubego, cechy mikromorfoskopowe ziaren kwarcu frakcji piasku grubego i pyłu grubego oraz właściwości materii organicznej (skład frakcyjny, właściwości optyczne alkalicznych roztworów kwasów huminowych oraz skład elementarny i ^{13}C NMR liofilizowanych kwasów huminowych). Wykonano również datowania termoluminescencyjne mineralnych substratów gleb oraz datowania radiowęglowe kopalnych węgielków drzewnych i fragmentów drewna. Do obróbki danych wykorzystane zostało oprogramowanie Quantum GIS, Statistica, Gradistat 5.11, ACDLABS 12.0 oraz pakiet MS Office.



Rys. 1. Lokalizacja transektów badawczych w dolinie Leśnej na tle numerycznego modelu terenu

Objęty badaniami obszar został ukształtowany 18 000-16 000 lat temu [Kozarski 1995] przez procesy deglacjacji na przedpolu moren fazy gardnieńskiej zlodowacenia wisły, datowanej przez Rotnickiego i Borówkę [1994] na 14 500-14 300 lat BP. U schyłku vistulianu w centralnej części Równiny Sławińskiej powstało podparte przez ostaniec łądolodu jezioro, na dnie którego następowała sedymentacja pylasto-ilastych osadów nanoszonych przez wody roztopowe. Osady te miejscami były wzbogacane gruboziarnistym materiałem pochodzącym z topniejących kier pływającego lodu. Wody funkcjonujące prawdopodobnie nie dłużej niż sto lat jeziora [Vierke 1937] wskutek wytopienia ostańca lodowcowego gwałtownie spłynęły, rzeźbiąc w krawędzi pradoliny Wieprzy rozcięcia erozyjne o długości do kilku kilometrów i zróżnicowanej głębokości [Florek 1991], stanowiące pierwotne zarysy dolin kilku rzek źródłowych Wieprzy, m.in. Leśnej. Dolina tej rzeki jest wcięta w zróżnicowane przestrzennie pod względem genezy osady powierzchniowe obejmujące osady zastoiskowe, gliny zwałowe i piaski terasy kemowej oraz strop zalegających pod nimi plejstoceńskich, silnie zbitych,

szarych, węglanowych glin zwałowych. Dno doliny już na etapie kształtowania jej pierwotnego zarysu zostało wyścielone warstwą kamienisto-żwirowego bruku erozyjnego, który wraz z malejącą intensywnością odpływu wód był stopniowo przykrywany bardziej drobnoziarnistymi osadami fluwialnymi, a wzdłuż stoków doliny również osadami spływów masowych. Wiadomo, że w środowisku peryglacjalnym intensywność spływów soliflukcyjnych jest zróżnicowana na stokach o różnej wystawie, co prowadzi do formowania asymetrycznych dolin rzecznych. W dolinie Leśnej asymetryczność dostrzegalna jest tylko na niewielkich odcinkach, gdyż uległa ona zatarciu w późniejszych okresach w związku z podcinaniem stoków przez meandrującą rzekę. Doskonale widoczna jest natomiast w położonej kilkaset metrów od ujścia Leśnej, usytuowanej w krawędzi doliny Wieprzy dolince erozyjno-denudacyjnej [Kowalkowski i Jonczak 2013]. Postępujące w okresie peryglacjalnym odwodnienie zlewni Leśnej skutkowało kolmatacją osadów zastoiskowych, a odpływająca po powierzchni woda powodowała prawdopodobnie również ich lokalne rozmywanie, prowadzące do powstawania płytkich pokryw częściowo przesortowanego i bardziej gruboziarnistego materiału. Proces ten szczególnie intensywnie mógł zachodzić w przykrawędziowej części wysoczyzny. Drobnoziarnisty charakter osadów zastoiskowych sprzyjał powstawaniu zachowanych w niektórych glebach do czasów współczesnych struktur siatkowych, stanowiących cechę reliktową środowiska peryglacjalnego [French 2007].

Zainicjowanie rozwoju gleb w zlewni Leśnej nastąpiło prawdopodobnie w okresie najstarszego dryasu, wraz z wkroczeniem roślinności pionierskiej o charakterze tundry parkowej. Proces ten, mający w swej początkowej fazie charakter procesu glebotwórczego inicjalnego, wraz z ocieplaniem klimatu i bujnym rozwojem roślinności w ciepłych okresach późnego vistulianu, a szczególnie od początku holocenu, szybko nasilał się. Gleby inicjalne ewoluowały w różnych kierunkach, uwarunkowanych lokalnym układem dominujących czynników glebotwórczych. W części wysoczyznowej zlewni głównym czynnikiem różnicującym był rodzaj skały macierzystej i jej właściwości warunkujące m.in. intensywność filtracji wód. Z masywnych, słabo przepuszczalnych osadów zastoiskowych powstały gleby opadowo-glejowe i płowe zaciekowe, w obrębie wychodni bezwęglanowych glin zwałowych gleby brunatne dystroficzne, a w obrębie terasy kemowej gleby rdzawe. Eroderowane stoki były enklawami gleb inicjalnych erozyjnych, zaś w dnie doliny powstawały mady, gleby deluwialne i gleby gruntowo-glejowe. Przedstawiona w monografii rekonstrukcja rozwoju pokrywy glebowej doliny Leśnej w okresie od schyłku vistulianu do początku subatlantyku jest w znacznej mierze hipotetyczna, opierając się na stwierdzonych w badanych profilach

bezpośrednich i pośrednich dowodach niektórych procesów i zjawisk oraz ogólnych prawidłowościach rozwoju gleb dolin rzecznych, uwzględniając specyfikę badanego obiektu.

Wyniki datowań termoluminescencyjnych mineralnych substratów gleb dna doliny, a także zachowanych w bruku erozyjnym fragmentów kopalnego drewna sugerują, że wskutek mającego miejsce na początku subatlantyku nasilenia procesów fluwialnych nastąpiło całkowite zerodowanie agradowanych gleb dna doliny oraz w trudnym do ustalenia stopniu gleb stoków i przykrawędziowej części wysoczyzny. Nasilenie procesów fluwialnych na Pomorzu w tym okresie notowali również Florek [1991], Borówka [1992], Kaczmarzyk [2008] i Majewski [2013]. Dawało ono jednak zróżnicowane efekty, w zależności od charakteru obiektu. W dolinach dużych i średnich rzek (np. Słupia, Wieprza) notowano wzmożoną akumulację osadów aluwialnych, zaś w głęboko wciętej w podłoże, charakteryzującej się stromymi stokami i dużym spadkiem dna dolinie Leśnej, intensywną erozję dna. Wraz ze spadkiem natężenia procesów fluwialnych następowało ponowne wypełnianie dna doliny osadami aluwialnymi. Spływały po stokach również silnie uwodnione, masywne osady zastoiskowe, których „jęzory” przetrwały miejscami do czasów współczesnych. Powtórne nasilenie procesów fluwialnych w dolinie Leśnej miało miejsce w średniowieczu i było prawdopodobnie w znacznej mierze związane z deforestacją zlewni. Intensywność procesów fluwialnych w tym okresie była jednak mniejsza niż na początku subatlantyku. Świadczą o tym zachowane wśród współczesnych gleb aluwialnych, których wiek TL nie przekracza 1100 lat, enklawy starszych, wczesnosubatlantyckiego wieku gleb związanych z masywnymi osadami pokryw stokowych. Rzadko przekraczająca 1 metr miąższość osadów aluwialnych świadczy o niewielkim natężeniu procesów denudacyjno-akumulacyjnych na przestrzeni ostatniego tysiąclecia, co znajduje potwierdzenie również w wynikach badań Florka i wsp. [2008].

W historię rozwoju pokrywy glebowej doliny Leśnej wpisany jest różnokierunkowy, bezpośredni i pośredni wpływ człowieka. W badanych glebach stwierdzono pozostałości obozowisk w postaci kopalnych palenisk. Zawarte w nich węgielki drzewne zostały wydatowane na 1620 ± 35 lat BP i 2160 ± 50 lat BP. Wyniki badań Olczaka i Siuchińskiego [1985], a także Twardego [2013] dowodzą, że sąsiedztwo małych dolin rzecznych było preferowaną lokalizacją osad. Spostrzeżenia wymienionych autorów znajdują potwierdzenie również w obecności licznych stanowisk archeologicznych zidentyfikowanych w sąsiedztwie małych dopływów Wieprzy. Szczególnie duża ich liczba pochodzi z okresu średniowiecza, wskazując na duże nasilenie antropopresji w tym czasie. U schyłku tego okresu nawet w

małych dolinach rzecznych, jak Jarosławianka, lokowano młyny wodne. W połowie XIX wieku w dolinie Wieprzy przeprowadzono szeroko zakrojone prace regulacyjne rzeki polegające na wyprostowaniu biegu jej koryta, umocnieniu brzegów, budowie jazów oraz usunięciu z nurtu głazów, pni i łąch piaszczystych [Florek 1991]. Prace regulacyjne przeprowadzono na początku XX wieku również w dolinie Leśnej. W ich rezultacie nastąpiło znaczne skrócenie koryta rzeki, zwiększenie spadku lustra wody i przyspieszenie erozji dennej. W kolejnych latach w północnej części zlewni wykonano również prace melioracyjne. Od XVII wieku na obszarze Pomorza prowadzi się intensywną gospodarkę leśną z tendencją do zastępowania lasów liściastych monokulturami sosny, świerka, rzadziej modrzewia, albo stosowania domieszek gatunków iglastych w drzewostanach liściastych. Ten aspekt działalności człowieka również znajduje odzwierciedlenie w cechach współczesnej pokrywy glebowej.

Wyniki datowań osadów oraz kopalnego drewna, a także pośrednio szereg właściwości chemicznych i cechy materii organicznej, które zostały omówione w dalszej części autoreferatu sugerują, że współczesna pokrywa glebowa doliny Leśnej ma zróżnicowany przestrzennie, ale na ogół młody i bardzo młody wiek. Tworzy ona mozaikowaty układ czasoprzestrzennie powiązanych jednostek funkcjonujących w trzech różniących się układem dominujących czynników glebotwórczych zespołach - wysoczyznowym, stokowym i dna doliny. Zróżnicowanie typologiczne, prawidłowości przestrzennego rozmieszczenia i właściwości gleb przykrawędziowej części wysoczyzny uwarunkowane są głównie litologicznie z modyfikującym wpływem rzeźby terenu i gospodarki wodnej oraz oczywistym wpływem czynnika biotycznego. W obrębie płątów pylasto-ilastych, słabo przepuszczalnych dla wody osadów zastoiskowych występują gleby opadowo-glejowe, brunatne dystroficzne i płowe zaciekowe. Gleby opadowo-glejowe, charakteryzujące się obecnością płytkich profili oraz marmurkowatego oglejenia związane są z niewielkimi obniżeniami terenu, zaś gleby brunatne dystroficzne i płowe zaciekowe z jego wyniesieniami. Obserwowana w glebach płowych zaciekowych dwudzielność uziarnienia ma prawdopodobnie charakter poligenetyczny. Związana jest zarówno z przemywaniem części spławialnych, zainicjowanym już w środowisku peryglacialnym, jak i rozmywaniem stropu osadów zastoiskowych u schyłku vistulianu, a być może również w okresach późniejszych. Wskazanie indywidualnego udziału tych czynników wymaga jednak głębszych badań. Dla wszystkich gleb przykrawędziowej części wysoczyzny wykształconych z osadów zastoiskowych charakterystyczne jest silne zakwaszenie, wynikające prawdopodobnie z pierwotnie

bezwęglanowego charakteru materiałów macierzystych oraz ich odwapnienia już w środowisku peryglacjalnym. W obrębie wychodni bezwęglanowych glin zwałowych występują średnio płytkie gleby brunatne dystroficzne, na ogół z cechami bielcowania. Stosunkowo słabo wyróżniające się pod względem morfologii i cech chemicznych poziomy cambic świadczą o słabym zaawansowaniu procesu brunatnienia. Niewielkie płaty piaszczystych osadów terasy kemowej w północnej części zlewni pokrywają gleby rdzawe z cechami bielcowania o głębokich, intensywnie rdzawych poziomach Bv.

Na stokach doliny występuje mozaika gleb inicjalnych erozyjnych oraz erodowanych gleb brunatnych dystroficznych, rdzawych z cechami bielcowania i płowych zaciekowych, stanowiących krańcowe zasięgi odpowiadających im typologicznie płatów gleb zespołu wysoczyznowego. Gleby te są ciągle odmładzane przez procesy erozji wodnej powierzchniowej, erozji źródłiskowej oraz w wyniku podcinania przez meandrującą rzekę, w związku z czym charakteryzują się na ogół bardzo płytkimi profilami i słabym przekształceniem pedogenicznym substratów mineralnych.

Dno doliny stanowi mozaikę gleb agradowanych z dominującym udziałem mad właściwych i mad brunatnych oraz występujących pasowo u podnóży stoków gleb deluwialnych właściwych, deluwialnych brunatnych i deluwialnych czarnoziemnych, urozmaiconych płatami gleb gruntowo-glejowych związanych z lokalnymi zagłębieniami terasy zalewowej, niszami źródłiskowymi i odciętymi zakolami meandrowymi rzeki. Dominujące pod względem zajmowanej powierzchni, subatlantyckiego wieku mady zbudowane są z osadów akumulowanych w środowiskach o zróżnicowanej czasoprzestrzennie aktywności dynamicznej, generalnie dużej w fazie początkowej i malejącej w czasie. Przestrzenne zróżnicowanie cech teksturalnych mad wskazuje na duże znaczenie czynników lokalnych wpływających na kierunki i tempo przepływu wód w poszczególnych fragmentach terasy zalewowej w czasie wezbrań, jak np. obecność przeszkód, czy niewielkich wydłużonych zagłębień terenu, w których mogły okresowo funkcjonować strumienie. Zróżnicowanie cech teksturalnych osadów aluwialnych w przekroju podłużnym doliny jest niewielkie. Wyróżnia się jedynie odcinek ujściowy rzeki, w którym obserwuje się ich zdrobnienie. Prawidłowości przestrzennego rozmieszczenia typów mad nawiązują do ukształtowania terenu równiny zalewowej. Mady właściwe występują na jej płaskich fragmentach, głównie w dolnym odcinku, a mady brunatne na niewielkich wyniesieniach. Obecność brunatno zabarwionych poziomów o cechach cambic w madach brunatnych należy wiązać z utlenianiem wolnego żelaza oraz jego wytrącaniem z roztworu w

strefie okresowych wahań poziomu wód gruntowych i podsiąku kapilarnego. Rozwój tych poziomów w dolinie Leśnej został zainicjowany prawdopodobnie na początku XX wieku wskutek obniżenia poziomu wód gruntowych w efekcie przeprowadzonych prac regulacyjnych rzeki. Kwaśny i silnie kwaśny odczyn stropowej części mad nawiązuje do pH gleb obszarów alimentacyjnych, podkreślając ścisłe związki pomiędzy poszczególnymi składnikami pokrywy glebowej dolin rzecznych oraz słabe przekształcenie postsedymentacyjne substratów glebowych.

Występujące pasowo u podnóży stoków doliny gleby deluwialne właściwe, deluwialne brunatne i deluwialne czarnoziemne pod względem cech teksturalnych oraz właściwości fizycznych i chemicznych w niewielkim stopniu różnią się od występujących w tych samych katenach stokowych gleb wyższych partii terenu. Miąższość osadów deluwialnych jest zróżnicowana, ale nie przekracza 110 cm. Zostały one zdeponowane na aluwiach, węglanowych i bezwęglanowych glinach zwałowych, rzadziej na glebach kopalnych. Gleby te mają na ogół zasobne w materię organiczną poziomy próchniczne, o rzadko spotykanej w dolinie Leśnej strukturze gruzelkowej.

Dla lokalnych obniżen terenu terasy zalewowej, nisz źródłiskowych i martwych zakoli meandrowych charakterystyczne są zbudowane z materiałów różnej genezy (aluwia, osady korytowe, deluwia, koluwia) gleby gruntowo-glejowe. Ich cechą wyróżniającą jest całkowite lub niemal całkowite oglejenie gruntowe oraz obecność w poziomach próchnicznych, a niekiedy również w glejowych, storfiałych szczątków organicznych. Są to gleby o zróżnicowanej zasobności w materię organiczną, co znajduje odzwierciedlenie w ich typologii. Szczególnie interesującym, ale bardzo słabo rozpoznany składnikiem pokrywy glebowej dolin rzek źródłowych są gleby nisz źródłiskowych, które w dolinie Leśnej reprezentowane są przez gleby gruntowo-glejowe próchniczne. Właściwości i kierunki rozwoju gleb nisz źródłiskowych uwarunkowane są głównie intensywnością przepływu i chemizmem zasilających wód, rzeźbą terenu w otoczeniu wysięków i źródeł oraz składem gatunkowym zbiorowisk roślinnych nisz źródłiskowych i ich otoczenia. Ważną rolę odgrywa również dopływ osadów mineralnych generowany procesami erozji źródłiskowej. Z prowadzonych na obszarze Pomorza Środkowego przeze mnie badań wynika, że w obrębie nisz źródłiskowych najczęściej występują gleby gruntowo-glejowe torfiaste, mułowo-torfowe i związane z kopolowymi torfowiskami źródłiskowymi gleby torfowe saprowe, rzadziej gleby gruntowo-glejowe próchniczne i gruntowo-glejowe właściwe. Gleby te funkcjonują w

specyficznych warunkach stałego, jednokierunkowego przepływu wód gruntowych i w związku z tym posiadają szereg cech wyróżniających [Jonczak 2011, Jonczak i in. 2015].

Właściwości fizyczne i chemiczne współczesnych gleb doliny Leśnej zostały scharakteryzowane w dwóch płaszczyznach – litologicznego zróżnicowania ich mineralnych substratów oraz nakładającego się wpływu czynników pedogenicznych. Duża liczba przebadanych próbek umożliwiła budowanie relacji pomiędzy poszczególnymi właściwościami gleb, zaś przestrzenne rozmieszczenie profili glebowych, obejmujące ich lokalizacje w dnie doliny, na stokach i w przykrawędziowej części wysoczyzny, analizę czasoprzestrzennych powiązań pomiędzy poszczególnymi składnikami pokrywy glebowej.

Zróżnicowanie litologiczne materiałów macierzystych gleb doliny Leśnej znajduje odzwierciedlenie w zróżnicowanym składzie mineralogicznym frakcji piasku grubego. We wszystkich rodzajach osadów dominuje kwarc, jednak jego udział waha się w szerokich granicach - od 53,0 do 99,0%. Największy udział tego minerału stwierdzono w glebach rdzawych wykształconych z piasków kemowych oraz glebach brunatnych dystroficznych z bezwęglanowych glin zwałowych i w madach dolnego odcinka doliny, a najmniejszy w glebach gruntowo-glejowych i deluwialnych środkowego i górnego jej odcinka. Badane gleby zawierają bardzo zróżnicowane ilości skaleni, wynoszące od 1,0 do 37,2%. Najuboższymi w te minerały są gleby wykształcone z piasków terasy kemowej i brunatnych bezwęglanowych glin zwałowych, zaś najzasobniejsze gleby wytworzone z osadów zastoiskowych. W madach zawartość skaleni maleje z biegiem rzeki, co należy wiązać z sortowaniem minerałów w procesach fluwialnych. W badanych glebach często, ale w znacznie mniejszych ilościach występują również miki. Największe ich nagromadzenia stwierdzono w glebach dna doliny, szczególnie w jej środkowym i górnym odcinku. Dość często występującym minerałem jest również szerlit, a w szarej glinie zwałowej węglanowej, bruku erozyjnym i w osadach deluwialnych górnego odcinka doliny występuje także magnetyt.

Analiza cech mikromorfoskopowych ziaren kwarcu z zastosowaniem skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) wykazała, że gruby piasek kwarcowy (0,5-1,0 mm) składa się z ziaren o zróżnicowanym stopniu obtoczenia i zmatowienia powierzchni. Dominują trzy typy ziaren - graniaste, pośrednie błyszczące i pośrednie matowe. Zróżnicowanie zawartości ziaren o różnym stopniu obtoczenia i zmatowienia powierzchni w poziomach glebowych wykształconych z osadów różnej genezy jest niewielkie.

Technikę SEM zastosowano również do analizy cech mikromorfoskopowych ziaren kwarcu frakcji pyłu grubego (0,02-0,05 mm), przyjmując klasyfikację ziaren wg Woronko

[2007]. Cechy mikromorfoskopowe tej będącej produktem mechanicznego rozdrabniania skał frakcji granulometrycznej były już przedmiotem wielu badań. Koncentrowały się one jednak głównie na ustaleniu zależności pomiędzy cechami ziaren a genezą oraz właściwościami chemicznymi osadów. Przeprowadzone w dolinie Leśnej badania są jedną z pierwszych prób dokonania oceny wpływu czynników pedogenicznych. Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować, że ich wpływ jest duży, choć zróżnicowany w zależności od charakteru procesów glebotwórczych i właściwości gleb. W materiałach macierzystych niezależnie od ich rodzaju, stwierdzono dominację ziaren całkowicie lub niemal całkowicie pokrytych łuskowo-ziarnistą, niekiedy masywną skorupą krzemianową. Ich udział w solum maleje na rzecz ziaren świeżych i noszących cechy trawienia chemicznego. Szczególnie duży udział ziaren tych dwóch typów stwierdzono w poziomach próchnicznych. Zanik oskorupień, który należy wiązać z oddziaływaniem kwasów próchnicznych i zakwaszonych roztworów glebowych następuje prawdopodobnie w stosunkowo krótkim czasie. Zagadnienie to wymaga jednak szerszych badań. Interesujące byłoby również powiązanie cech ultramorfoskopowych ziaren kwarcu różnych frakcji granulometrycznych z powierzchnią właściwą gleb oraz pojemnością sorpcyjną. Badania takie zostały już przeze mnie zainicjowane.

Zróżnicowanie właściwości fizycznych gleb doliny Leśnej wynika z przestrzennej i profilowej zmienności genetycznej i teksturalnej osadów, ich przekształceń pedogenicznych oraz akumulacji materii organicznej. Z zawartością materii organicznej ujemnie skorelowana jest m.in. gęstość właściwa gleb, mieszcząca się w granicach od 2,15 do 2,73 g·cm⁻³, z wartością średnią 2,57 g·cm⁻³ oraz gęstość objętościowa, wynosząca od 0,52 do 1,95 g·cm⁻³. Najmniejszą gęstością objętościową charakteryzują się torfiaste poziomy gleb gruntowo-glejowych martwych zakoli meandrowych rzeki, a skrajnie wysoką poziomy zbudowane z węglanowych szarych glin zwałowych. Gęstość objętościowa gleb na ogół wykazuje tendencję wzrostową z głębokością, która niekiedy zakłócana jest przez nieciągłości litologiczne. Porowatość ogólna wykazuje dodatnią korelację z zawartością materii organicznej i uwilgotnieniem gleb. Waha się ona w przedziale od 25,2 do 78,2%, z wartościami minimalnymi w skałach macierzystych, a maksymalnymi w poziomach próchnicznych. Na uwagę zasługuje skrajnie mała porowatość poziomów zbudowanych z węglanowych szarych glin zwałowych, wynosząca zaledwie 25,2-36,3%. Badane gleby charakteryzują się zróżnicowaną powierzchnią właściwą fazy stałej, która wynosi 5,4 - 87,2 m²·g⁻¹, z maksimami w zbudowanych z osadów zastoiskowych glebach wysoczyzny i stoków, a minimami w niektórych poziomach o genezie aluwialnej. Właściwość ta wykazuje dodatnią

korelację z zawartością materii organicznej i ujemną ze średnią średnicą ziaren mineralnych (GSS) wyrażoną w μm .

Zróznicowane przestrzennie i profilowo uwilgotnienie gleb doliny Leśnej kształtowane jest w zespołach wysoczyznowym i stokowym przez wpływ wód opadowych, zaś w dnie doliny przez wody gruntowe. Mierzona w okresie wczesnej wiosny wilgotność chwilowa gleb mieściła się w szerokim zakresie - od 6,3 do 63,0% v/v. W zespole gleb wysoczyznowych małą wilgotnością charakteryzowały się gleby rdzawe (6,3-21,8% v/v), w których woda wypełniała 13,5-54,2% wolnych przestrzeni, a dużą wykształcone z osadów zastoiskowych gleby opadowo-glejowe (29,4 -43,9% v/v) i płowe zaciekowe (23,2-56,1% v/v), gdzie woda stanowiła odpowiednio 52,3-97,1% i 43,3-99,7% porowatości ogólnej. W madach zawartość wody wynosiła od 15,2 do 49,0% v/v, a jej udział w porach od 37,0 do 99,4%, zaś w glebach deluwialnych 23,0-52,8% v/v, przy udziale w wolnych przestrzeniach 45,4-99,8%. Bardzo dużą wilgotnością charakteryzowały się gleby gruntowo-glejowe (24,8-63,0% v/v), w których woda wypełniała 65,7-99,3% wolnych przestrzeni. Zawartość wody niedostępnej dla roślin układała się na poziomie 0,7-24,6% v/v. Jej udział jest istotnie statystycznie, pozytywnie skorelowany z powierzchnią właściwą fazy stałej gleb ($r^2 = 0,739$). Największe jej ilości występują w glebach zbudowanych z osadów zastoiskowych.

Odczyn gleb doliny Leśnej mieści się w szerokich granicach, obejmując wszystkie kategorie - od bardzo silnie kwaśnego do zasadowego. W ektopróchnicy kształtowany jest on przez wpływ współczesnych zbiorowisk roślinnych, odzwierciedlając przestrzenne zróżnicowanie ich składu gatunkowego i wahając się w zakresie $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ od 3,6 do 5,6, i pH_{KCl} od 2,6 do 5,2. Najniższe średnie wartości pH występują pod drzewostanami bukowo-sosnowo-świerkowymi, a najwyższe pod sosnowo-bukowymi. W solum i skałach macierzystych $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ wynosi 3,3-8,9, a pH_{KCl} 2,8-8,2. Gleby w zespołach wysoczyznowym i stokowym charakteryzują się na ogół kwaśnym i silnie kwaśnym odczynem, wykazującym tendencję wzrostową wraz z głębokością. Tendencja ta uwarunkowana jest zakwaszającym oddziaływaniem współczesnych zbiorowisk roślinnych oraz ługowaniem składników zasadowych. Dominacja silnie kwaśnych i kwaśnych gleb w alimentacyjnych obszarach przykrawędziowej części wysoczyzny i stoków znajduje odzwierciedlenie w na ogół kwaśnym odczynie stropowej części gleb agradowanych na doliny. W poziomach próchnicznych mad $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ wynosi zaledwie od 3,8 do 5,4, wykazując stosunkowo małe zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi ich typami. Są to wartości niskie na tle notowanych przez różnych autorów w dolinach rzek Polski [np. Dąbkowska-Naskręt 1990]. Wyraźny

wzrost odczynu następuje w strefie oddziaływania wód gruntowych. Odczyn gleb deluwialnych, mieszczący się w przedziale $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 3,9-7,7 i pH_{KCl} 3,3-6,9 dla poziomów o genezie deluwialnej nawiązuje w ich części stropowej do powiązanych w układach katalnych gleb przykrawędziowej części wysoczyzny i stoków. Na tle pozostałych gleb dna doliny Leśnej pod względem odczynu wyróżniają się gleby gruntowo-glejowe, charakteryzujące się wyższym pH, uwarunkowanym stałym wpływem wód gruntowych oraz rzecznych. Stanowiące podłoże gleb agradowanych dna doliny szare gliny zwałowe węglanowe mają odczyn zasadowy.

Zróznicowany przestrzennie i profilowo skład chemiczny gleb doliny Leśnej uwarunkowany jest pierwotnymi cechami materiałów macierzystych oraz ich przekształceniami postsedymentacyjnymi, w szczególności oddziaływaniem wód opadowych, gruntowych i rzecznych oraz procesami glebotwórczymi i nieodłącznie związanym z nimi wpływem czynnika biotycznego. Skumulowany wpływ minionych i współczesnych zbiorowisk roślinnych, jako źródła opadu roślinnego oraz czasoprzestrzenne zróżnicowanie środowiskowych warunków jego rozkładu, znajduje odzwierciedlenie w zawartości i zasobach węgla organicznego oraz azotu. Wysokie koncentracje C_{org} charakterystyczne są dla silnie uwilgotnionych gleb opadowo-glejowych i płowych zaciekowych w zespole wysoczyznowym oraz gleb gruntowo-glejowych i deluwialnych dna doliny. W przypadku gleb opadowo-glejowych nie przekładają się one jednak na duże zasoby tego składnika w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. Najmniej zasobnymi w C_{org} są gleby stoków, w szczególności gleby inicjalne erozyjne, zaś najbardziej gleby deluwialne czarnoziemne i gruntowo-glejowe. Zawartość azotu w poziomach organicznych badanych gleb, mieszcząca się w granicach od 3,8 do 17,6 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, wyraźnie nawiązuje do składu gatunkowego współczesnych lasów. Zawierające się w przedziale od średnich do bardzo szerokich (17:1-57:1) wartości stosunku C:N w poziomach O1 wskazują na typowy dla ekosystemów leśnych deficyt pierwiastka. Zawartość i zasoby azotu oraz schematy jego profilowego rozmieszczenia w solum różnych typów gleb doliny Leśnej są zróżnicowane. Do najmniej zasobnych należą gleby rdzawe i opadowo-glejowe przykrawędziowej części wysoczyzny oraz różne typy erodowanych gleb stoków, podczas gdy stosunkowo zasobne są gleby dna doliny, w szczególności deluwialne czarnoziemne i gruntowo-glejowe. Gleby dna doliny charakteryzują się również średnio węższymi stosunkami C:N, świadczącymi o większej ich aktywności biologicznej na tle gleb wysoczyzny i stoków.

Do składu gatunkowego współczesnych drzewostanów nawiązuje również zróżnicowana przestrzennie zawartość fosforu ogółem w ektopróchnicy, mieszcząca się w zakresie od 0,19 do 0,83 g·kg⁻¹, przy wartościach stosunków C:P od średnich do bardzo szerokich. Zawartość i schematy pionowego rozmieszczenia pierwiastka w solum są zróżnicowane w zależności od typu gleby i charakteru zachodzących procesów. Maksymalne stężenia występują na ogół w poziomach próchnicznych. W glebach z cechami bielcowania widoczne jest typowe dla tego procesu przemieszczanie pionowe pierwiastka. Nie stwierdzono natomiast obserwowanego przez wielu badaczy iluwialnego wzbogacenia w poziomach Bt gleb pływych. W układzie przestrzennym najzasobniejszymi w fosfor są gleby dna doliny, w szczególności silnie próchniczne gleby gruntowo-glejowe. Wartości stosunków C:P w glebach tego zespołu są na ogół wąskie i bardzo wąskie. W dolinie Leśnej stwierdzono również punktowe, niewielkie wzbogacenia antropogeniczne w fosfor, występujące w lokalizacjach dawnych obozowisk.

Dominującą frakcją fosforu jest tzw. fosfor pierwotny (rezydualny), którego udział wynosi od 41,9 do 83,2% ogólnej zawartości pierwiastka. Fosfor organiczny stanowi 0,2-39,0%, związany z jonami wapnia i w formie apatytów 0,4-53,6%, związany z półtoratlenkami 0,9-35,8%, a wymienny i wolny 0,1-9,4%. Zawartość i udział procentowy poszczególnych frakcji fosforu jest zróżnicowana przestrzennie i profilowo, odzwierciedlając niejednorodność genetyczną mineralnych substratów gleb, różny stopień ich przekształceń pedogenicznych, a także zróżnicowaną zawartość materii organicznej. Wraz z głębokością maleje udział fosforu organicznego a wzrasta frakcji związanej z Ca i apatytami. Najuboższe w tą frakcję są poziomy zbudowane z osadów aluwialnych i deluwialnych, zaś najbardziej zasobny bruk erozyjny, charakteryzujący się najbogatszym składem mineralogicznym. W poziomach B różnych typów gleb występuje wzbogacenie w fosfor związany z półtoratlenkami.

Ogólna zawartość potasu, wapnia i magnezu w badanych glebach układa się na poziomie odpowiednio 0,47-33,31 g·kg⁻¹, 1,15-47,79 g·kg⁻¹ i 0,26-11,17 g·kg⁻¹. W poziomach organicznych uwarunkowana jest ona składem gatunkowym drzewostanów, zaś w mineralnych głównie litologicznie, wykazując w poszczególnych rodzajach osadów na ogół dodatnie korelacje z zawartością ilitu i ujemne z GSS wyrażoną w μm . W przypadku wapnia dodatkowym czynnikiem różnicującym jest obecność węglanów. Zawartość omawianych metali na ogół wzrasta wraz z głębokością, odzwierciedlając wpływ przemysłowego typu gospodarki wodnej oraz czynników zakwaszających. W glebach z nieciągłościami litologicznymi zmienia się ona nieregularnie. Najmniej zasobnymi w omawiane składniki są

gleby rdzawe oraz mady o lekkim uziarnieniu. Najbardziej zasobnymi natomiast są w przypadku potasu różne typy gleb wykształconych z osadów zastoiskowych oraz gleby gruntowo-glejowe zbudowane z drobnoziarnistych wypełnień martwych zakoli meandrowych rzeki, zaś w przypadku wapnia i magnezu występujące w różnych typach gleb poziomy genetyczne zbudowane z glin węglanowych.

Całkowita zawartość żelaza (Fe_t), glinu (Al_t) i manganu (Mn_t) w glebach doliny Leśnej wynosi odpowiednio $0,13-46,75 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, $0,23-68,18 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $0,04-2,11 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Obserwowana zmienność przestrzenna oraz profilowa ma podłoże litologiczne z modyfikującym oddziaływaniem czynników pedogenicznych. Najmniejszą zawartość metali stwierdzono w wykształconych z piasków kemowych glebach rdzawych oraz madach, a największą w glebach wykształconych z osadów zastoiskowych. Zawartość żelaza i glinu jest dodatnio skorelowana z zawartością iłu oraz ujemnie z GSS wyrażoną w μm . Korelacji takich nie wykazuje mangan, którego zawartość i schematy profilowego rozmieszczenia są silnie kształtowane przez roślinność. Zmieniający się w zakresie od 7 do 71% udział żelaza wolnego (Fe_d) w ogólnej jego zawartości wskazuje na znacznie zróżnicowany stopień zwietrzenia mineralnych substratów gleb. Minimalne wartości stosunku Fe_d/Fe_t notowano w skałach macierzystych lub poziomach eluwalnych, zaś maksymalne w poziomach wzbogacania. W kształtowaniu przestrzennego i pionowego rozmieszczenia wolnych tlenków żelaza w glebach doliny Leśnej bardzo ważną rolę odgrywały i nadal odgrywają procesy erozji prowadzące do powstawania katenalnych układów stowarzyszonych gleb degradowanych i zbudowanych z częściowo presortowanego materiału gleb agradowanych. Jedynie w zespole gleb wysoczyznowych występuje wyraźnie pedogenicznie uwarunkowane rozmieszczenie wolnych tlenków żelaza, wyrażone zmiennością profilową wartości stosunków Fe_d/Fe_t . Rola procesów glebotwórczych w tym zakresie na stokach i w dnie doliny wydaje się być niewielka. Wzbogacenie gleb dna doliny w wolne tlenki należy wiązać raczej z namywaniem labilnych frakcji pierwiastka z terenów przyległych oraz jego krystalizacją z wód gruntowych, niż wietrzeniem *in situ*. W poziomach próchnicznych i eluwalnych gleb doliny Leśnej występuje na ogół znaczna przewaga żelaza amorficznego nad krystalicznym, wynikająca z niesprzyjającego krystalizacji oddziaływania kwasów próchnicznych oraz silnie kwaśnego i kwaśnego odczynu. Czynnikiem niesprzyjającym krystalizacji żelaza w glebach dna doliny jest duże uwilgotnienie. Stopień krystalizacji wolnych tlenków Fe na ogół wzrasta wraz z głębokością.

Wypełniające dna dolin rzecznych osady aluwialne zawierają zapis stanu geochemicznego zlewni w okresie odpowiadającym ich depozycji. Notowane przez wielu badaczy wzbogacenie w metale ciężkie stropowej ich części jest wskaźnikiem nasilającej się w ostatnim okresie roli czynnika antropogenicznego w obiegu tych substancji [np. Zgłobicki 2008]. W usytuowanej poza zasięgiem istotnych źródeł emisji, niemal całkowicie zalesionej zlewni Leśnej dominującą rolę w kształtowaniu zawartości Cu, Ni i Zn odgrywają czynniki naturalne. Wśród nich wyraźnie zaznacza się różnicujący wpływ czynnika litologicznego. Najniższe koncentracje badanych metali stwierdzono w glebach rdzawych i madach, zaś najwyższe w glebach zbudowanych z osadów zastoiskowych i glin zwałowych. W przypadku cynku wysokie koncentracje stwierdzono również w bruku erozyjnym. Rola uziarnienia fazy mineralnej gleb odzwierciedlona jest w na ogół istotnych statystycznie, ujemnych współczynnikach korelacji pomiędzy zawartością Cu, Ni i Zn a GSS wyrażoną w μm oraz pozytywnych z zawartością il . W kształtowaniu schematów profilowego rozmieszczenia metali wyraźnie zaznacza się wpływ czynników pedogenicznych, roślinności leśnej oraz zróżnicowanego przestrzennie charakteru gospodarki wodnej. Wynoszące odpowiednio 4,9-25,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (średnio 12,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), 1,5-35,3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (średnio 12,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz 11,1-77,7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (średnio 40,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) zawartości Cu, Ni i Zn w solum i skałach macierzystych gleb niejednokrotnie znacznie przekraczają wartości tła geochemicznego [Kabata-Pendias i in. 1995], sugerując zanieczyszczenie antropogeniczne. Obliczone dla poszczególnych profili wartości wskaźnika DI [Kobierski i Dąbkowska-Naskręt 2012], bardzo rzadko przekraczające 1,00, dowodzą jednak, że wpływ człowieka jest znikomy, słabo zaznaczając się jedynie punktowo. Wysokie koncentracje Cu, Ni i Zn w glebach wykształconych z osadów zastoiskowych i glin zwałowych są ich cechą specyficzną, która nie została uchwycona w dotychczasowych opracowaniach. Jest to typowy problem pojawiający się przy opracowaniach w skali regionalnej i lokalnej [Kobierski i Dąbkowska-Naskręt 2012]. Jednym z efektów przeprowadzonych w dolinie Leśnej badań było wyznaczenie wartości tła geochemicznego dla pięciu głównych rodzajów osadów stanowiących materiały macierzyste tutejszych gleb.

Czasoprzestrzenne zróżnicowanie składu gatunkowego roślinności, jako źródła organicznych substratów w procesie humifikacji oraz szeroko rozumianych warunków siedliskowych znajduje odzwierciedlenie w cechach ilościowych i jakościowych glebowej materii organicznej. W poziomach O_1 dominuje materiał niezhumifikowany z udziałem na poziomie 66,7-78,3% (średnio 72,1%). Oscylujące wokół jedności wartości stosunków

CKH/CKF wskazują na wyrównane proporcje pomiędzy kwasami fulwowymi i huminowymi. Wysokie wartości współczynników absorbancji alkalicznych roztworów kwasów huminowych $E_{2/4}$, $E_{2/6}$ i $E_{4/6}$, wynoszące odpowiednio 43,1-107,4 (średnio 67,6); 5,6-12,4 (średnio 6,8) oraz 6,7-11,9 (średnio 10,0) świadczą o dużej przewadze struktur alifatycznych nad aromatycznymi, typowej dla materiałów organicznych w początkowych stadiach rozkładu. W poziomach Of i Oh próchnic typu mor oraz Ofh próchnic moder wzrasta stopień humifikacji oraz następuje zawężanie wartości wskaźników absorbancji alkalicznych roztworów kwasów huminowych. W poziomach tych uwidacznia się różnicujący wpływ warunków siedliskowych na przebieg humifikacji. Wpływ ten najsilniej dostrzegalny jest jednak w cechach materii organicznej poziomów próchnicznych. Udział poszczególnych jej frakcji w tych poziomach jest bardzo zróżnicowany, wynosząc 13,0-75,1% dla humin, 1,5-40,0% dla kwasów huminowych, 11,4-63,9% dla kwasów fulwowych i 0,9-21,6% dla labilnych frakcji materii organicznej, przechodzących do roztworu w procesie dekalcytacji. Stopień humifikacji materii organicznej waha się od 24,9 do 87,0%, osiągając wartości najniższe w silnie uwilgotnionych glebach gruntowo-glejowych dna doliny. Niemal we wszystkich przebadanych glebach występuje przewaga kwasów fulwowych nad huminowymi, która generalnie nasila się od gleb zespołu wysoczyznowego, poprzez stoki, do gleb dna doliny. Fakt ten wydaje się pozostawać w sprzeczności z silniejszym zakwaszeniem gleb wysoczyzny i stoków w porównaniu z glebami dna doliny oraz większym udziałem gatunków iglastych w drzewostanie wysoczyznowej części zlewni. Obserwowaną tendencję należy wiązać z przemieszczaniem labilnych frakcji materii organicznej (głównie kwasów fulwowych) wypłukiwanych z poziomów organicznych gleb zespołu wysoczyznowego i stoków. Duże ładunki rozpuszczalnej materii organicznej obserwowano również w okresie wiosennym w wodach rzeki, przybierających intensywne brunatno-czerwone zabarwienie. Wartości współczynników absorbancji alkalicznych roztworów kwasów huminowych w poziomach próchnicznych są generalnie wysokie, choć zróżnicowane przestrzennie, świadcząc o różnej dojrzałości próchnic. Na średnio niższym poziomie układają się one w zespole gleb wysoczyznowych, szczególnie w glebach rdzawych i płowych, niż w glebach stoków i dna doliny.

Cząsteczki kwasów huminowych z poziomów próchnicznych gleb doliny Leśnej zdominowane są przez wodór, którego udział wynosi od 38,17 do 44,13% atomowych. Węgiel stanowi od 32,38 do 38,76%, azot od 1,59 do 2,68%, a tlen od 19,91 do 25,90%. Wysoki udział wodoru jest charakterystyczny dla młodych substancji humusowych.

Zawartość azotu w kwasach huminowych jest zazwyczaj większa niż jego ogólny udział w próchnicy. Uzyskana istotna statystycznie, ujemna korelacja pomiędzy zawartością azotu w glebach i kwasach huminowych potwierdza ustalenia Kononowej [1968], że intensywność immobilizacji azotu w tych substancjach jest odwrotnie proporcjonalna do jego ogólnej zawartości w glebach.

Wyniki analizy ^{13}C NMR liofilizowanych kwasów huminowych wskazują na dominację struktur alifatycznych, których udział wynosi 47,7-67,1%. Udział struktur aromatycznych wynosi 15,5-27,3%, a karboksylowych 15,9-25,0%. Wyniki analizy ^{13}C NMR dobrze korelują ze współczynnikami absorpcji alkalicznych roztworów kwasów huminowych. Stwierdzona w obydwu przypadkach przewaga struktur alifatycznych nad aromatycznymi, będąca cechą charakterystyczną słabo zaawansowanych w rozwoju próchnic, może być traktowana również jako wskaźnik młodego wieku gleb.

Zróżnicowanie uziarnienia oraz cech ilościowych i jakościowych materii organicznej gleb doliny Leśnej przekłada się na zróżnicowaną ich pojemność sorpcyjną. W poziomach mineralnych, wyłączając poziomy zawierające węglany, pojemność wymienna kationów (CEC) wynosi od 0,32 do 24,37 $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ i jest dodatnio skorelowana z zawartością węgla organicznego i powierzchnią fazy stałej. Małą pojemnością sorpcyjną charakteryzują się wykształcone z piasków terasy kemowej gleby rdzawe oraz większość mad. Zdecydowanie większą mają zbudowane z osadów zastoiskowych i glin zwałowych gleby wysoczyzny i stoków, a także na ogół zasobne w materię organiczną gleby deluwialne. W kompleksie sorpcyjnym zespołu gleb wysoczyznowych i stoków dominują kationy kwasowe, których udział maleje wraz z głębokością. Przewaga kationów kwasowych występuje z reguły również w stropowej części mad. Jest to cecha nawiązująca do właściwości gleb obszarów alimentacyjnych, potwierdzając wzajemne związki pomiędzy składnikami pokrywy glebowej w dolinach rzecznych. Wysokim wysyceniem kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi charakteryzują się poziomy genetyczne gleb pozostające pod wpływem wód gruntowych.

Na ogół niski odczyn i wysokie wysycenie kompleksu sorpcyjnego gleb doliny Leśnej kationami kwasowymi stwarza ryzyko wystąpienia stresu glinowego. Wartości stosunków molarnych Ca/Al, wynoszą od 0,03 do 5690,63. Ryzyko stresu glinowego dotyczy większości gleb wysoczyzny i stoków oraz rzadko stropowej części gleb dna doliny. Silne zakwaszenie oraz związane z nim wysokie ryzyko wystąpienia stresu glinowego należy traktować jako główną przyczynę zaniechania uprawy rolnej gleb wykształconych z osadów zastoiskowych.

W końcowej części monografii podjąłem próbę kwantyfikacji procesów glebotwórczych w dolinie Leśnej. Ocena stopnia pedogenicznych przekształceń substratów mineralnych oraz zaawansowania procesów glebotwórczych oparta została na powszechnie stosowanych wskaźnikach bazujących na wynikach analiz frakcji żelaza oraz sekwencyjnej ekstrakcji fosforu, zgodnie z założeniami Walkera i Syersa [1976] w modyfikacji O'Hallorana i wsp. [1987]. Opracowałem również liczbowy wskaźnik PDI (Profile Development Index) pozwalający porównać stopień rozwoju gleb w skali całej doliny, niezależnie od charakteru procesu przez który zostały ukształtowane. Wskaźnik ten, uwzględniający najważniejsze aspekty pedogenezy, jak stopień zwietrzenia substratów mineralnych, akumulacja materii organicznej i miąższość solum, obliczany jest według wzoru:

$$PDI = \left(\frac{\text{średnia ważona } Fe_d/Fe_t \text{ w solum}}{Fe_d/Fe_t \text{ w skale macierzystej}} + C_{org.} \cdot 2 \right) \cdot \text{miąższość solum [m]}$$

Dokonana z zastosowaniem różnych kryteriów kwantyfikacja procesów glebotwórczych dowodzi generalnie młodego, choć zróżnicowanego przestrzennie wieku badanych gleb. Najbardziej zaawansowanymi w rozwoju są gleby przykrawędziowej części wysoczyzny, w szczególności gleby rdzawe i płowe zaciekowe, zaś najślabiej, odmładzane przez procesy erozji gleby stoków. Typowe dla gleb młodych cechy posiadają również gleby dna doliny, co koreluje z wynikami datowań termoluminescencyjnych ich substratów mineralnych.

Wyniki przeprowadzonych badań uwidaczniają specyfikę dolin rzek źródłowych jako środowiska glebotwórczego na tle dolin średnich i dużych rzek. Charakteryzują się one małymi rozmiarami, przewagą zasilania podziemnego nad powierzchniowym oraz usytuowaniem zlewni w stosunkowo mało zróżnicowanych przestrzennie pod względem budowy geologicznej i jednorodnych wiekowo obszarach. Do cech charakterystycznych dolin rzek źródłowych zlokalizowanych w obszarach zastoiskowych, reprezentowanych przez dolinę Leśnej, należy usytuowanie w obrębie płaskich równin zastoiskowych zbudowanych z masywnych, drobnoziarnistych osadów deponowanych w jeziorach na przedpolu ustępującego lądolodu, głębokie wcięcie w podłoże uformowane przez spływające z jezior wody oraz znaczne nachylenie dna. Mała przepuszczalność osadów zastoiskowych oraz cechy morfologiczne dolin tak usytuowanych rzek sprzyjają powstawaniu spływów powierzchniowych wód, które okresowo przybierają charakter ekstremalny, generując istotne skutki geomorfologiczne oraz silnie wpływając na rozwój gleb. Ukształtowana w tym dynamicznym środowisku pokrywa glebowa posiada szereg cech specyficznych na tle gleb dolin średnich i dużych rzek. Specyfika ta wyraża się zarówno w historii jej rozwoju, ściśle

powiązanej z historią zdarzeń morfogenetycznych, jak i cechach gleb współczesnych. Wieloletowość i złożoność rozwoju pokrywy glebowej doliny Leśnej znajduje odzwierciedlenie w zróżnicowanym przestrzennie wieku, stopniu pedogenicznych przekształceń ich substratów mineralnych, obecności nieciągłości litologicznych oraz zróżnicowaniu cech fizycznych i chemicznych. Gleby mają charakter poligenetyczny, a niektóre z nich zawierają reliktowe cechy środowiska peryglacjalnego. W dolinach rzek źródłowych silnie zaznaczają się związki pomiędzy agradowanymi glebami ich den i glebami obszarów alimentacyjnych.

Opisane na przykładzie doliny Leśnej prawidłowości rozwoju oraz przestrzennego rozmieszczenia gleb można ostrożnie interpolować na inne głęboko wcięte w podłoże doliny rzek źródłowych usytuowanych w młodoglacjalnych obszarach zastoiskowych, uwzględniając cechy specyficzne poszczególnych obiektów. Biorąc pod uwagę powszechność występowania i duże znaczenie dolin rzek źródłowych w funkcjonowaniu obszarów młodoglacjalnych oraz ich specyfikę w zakresie cech środowiska glebotwórczego i pokrywy glebowej, badania wymagają rozszerzenia na obiekty usytuowane w obszarach o zróżnicowanym wieku krajobrazu, budowie geologicznej i ukształtowaniu terenu.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych (artystycznych)

Prowadzone przeze mnie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora badania koncentrowały się głównie na zagadnieniach genezy, ewolucji i właściwości gleb dolin rzecznych, w szczególności dolin rzek o charakterze źródłowym. Obok będącej przedmiotem monografii doliny Leśnej, szczegółowe badania gleboznawcze przeprowadziłem również w usytuowanej w obrębie tej samej równiny zastoiskowej dolinie rzeki Jarosławianki oraz dolinie rzeki Kamiennej, lewobrzeżnym dopływie środkowej Słupi. Zakres i metodyka badań w dolinie Jarosławianki były podobne jak w dolinie Leśnej. Ogólne prawidłowości przestrzennego rozmieszczenia typów gleb w dnie doliny, na stokach i w przykrawędziowej części wysoczyzny są również zbliżone. Rozmieszczenie mających niejednokrotnie poligenetyczny charakter i posiadających reliktowe cechy środowiska peryglacjalnego gleb przykrawędziowej części wysoczyzny nawiązuje głównie do przestrzennego zróżnicowania materiałów macierzystych. Odmładzane przez procesy erozji wodnej powierzchniowej i źródłiskowej gleby stoków pozostają w stanie inicjalnym, zaś dno doliny stanowi mozaikę gleb agradowanych, głównie mad i gleb deluwialnych oraz występujących pomiędzy nimi, na ogół niewielkich arealów gleb gruntowo-glejowych. Pod wypełniającą cały przekrój doliny

Jarosławianki w górnym jej biegu pokrywą deluwialną o miąższości do około 1 metra stwierdzono glebę bagienną, której strop wydatowano metodą radiowęglową na 1950 ± 90 lat BP. Uzyskane dane, dobrze korelujące z wynikami datowań w dolinie Leśnej, potwierdzają nasilenie procesów fluwialnych na początku subatlantyku. W historię rozwoju pokrywy glebowej doliny Jarosławianki również wyraźnie wpisuje się czynnik antropogeniczny, choć charakter oddziaływania jest inny niż w dolinie Leśnej. Największe przekształcenia antropogeniczne pokrywy glebowej występują w dolnym biegu rzeki, gdzie na skraju wysoczyzny w okresie wczesnego średniowiecza funkcjonowało grodzisko, zaś w dnie doliny od roku 1351 do lat 60-tych XX wieku funkcjonował młyn wodny. W okresie ponad sześćuset lat w uformowanym poprzez spiętrzenie wód Jarosławianki stawie młyńskim następowała akumulacja mułowo-aluwialnych osadów o miąższości dochodzącej do 2 metrów, zawierających pnie drzew oraz artefakty kulturowe. W obrębie niecki stawu, we współpracy z innymi pracownikami Instytutu Geografii i Studiów Regionalnych, przeprowadziłem interdyscyplinarne badania, które wniosły cenne informacje odnośnie warunków ekologicznych panujących w zbiorniku wodnym oraz zlewni Jarosławianki. Niecka dawnego stawu młyńskiego okazała się również bardzo interesującym poligonem badań gleboznawczych. Według mojej wiedzy, praca we współautorstwie z prof. dr hab. Wacławem Florkiem [Jonczak i Florek 2013], była pierwszą w Polsce poruszającą problematykę genezy, ewolucji i właściwości gleb tego typu obiektów. Przeprowadzone badania uwidocznily specyfikę wykształconych z mułowo-aluwialnych osadów gleb, wyrażającą się przede wszystkim w ich warstwowej budowie, bardzo dużej porowatości, nawet na znacznych głębokościach (sięgającej 81%) oraz dużej zasobności w materię organiczną i składniki biogenne. W usytuowanych wzdłuż niecki stawu glebach zaobserwowano duże gradienty cech chemicznych (m.in. pH, zawartości węglanów, zawartości pierwiastków), będące odzwierciedleniem czasoprzestrzennego zróżnicowania warunków i procesów zachodzących w obrębie dawnego zbiornika wodnego. Mułowo-aluwialne osady wypełniające nieckę stawu charakteryzują się bardzo dużą pojemnością buforową, szczególnie w odniesieniu do czynników zakwaszających. W mojej opinii, mimo wybitnie antropogenicznego charakteru, z uwagi na swoją specyfikę i rolę ekologiczną, jaką mogą spełniać w dolinach rzecznych (duże zdolności retencyjne, wiązanie biogenów i zanieczyszczeń), powinny być one objęte ochroną poprzez odbudowę urządzeń piętrzących, wpisując się w system małej retencji. Problematykę rozwoju gleb niecki stawu młyńskiego w dolinie Jarosławianki prezentowałem w ramach sesji terenowej na zorganizowanej w 2013 roku konferencji naukowej „Środowisko glebotwórcze i gleby dolin rzecznych”.

W zlewni Jarosławianki prowadziłem również badania wpływu sposobu użytkowania wykształconych z glin zwałowych gleb płowych opadowo-glejowych na właściwości ich materii organicznej. Badaniami objęto sześć stanowisk usytuowanych w obrębie jednego płatu gleb - nigdy nie użytkowane rolniczo gleby leśne pod starodrzewem bukowo-dębowym, zalesione gleby porolne pod 15-letnim drzewostanem brzoźowym, zalesione gleby porolne pod 30-letnim drzewostanem olszy, gleby łąkowe, gleby orne i gleby ugorowane. Badania pozwoliły prześledzić ścieżki przemian glebowej materii organicznej począwszy od półnaturalnego ekosystemu leśnego, poprzez użytkowanie rolnicze o różnym charakterze, aż do powtórnego zalesienia z użyciem dwóch gatunków drzew. Uzyskane wyniki dowodzą silnego wpływu sposobu użytkowania na zasoby materii organicznej, jej skład frakcyjny, podatność na utlenianie oraz dojrzałość substancji humusowych, a także udział frakcji węgla organicznego i azotu o różnej podatności na kwasową hydrolizę. Szczególnie duże różnice stwierdzono pomiędzy glebami nigdy nie użytkowanymi rolniczo a glebami uprawnymi.

Prowadzone w latach 2012-2014 badania w dolinie rzeki Kamiennej koncentrowały się na zagadnieniach prawidłowości przestrzennego rozmieszczenia i właściwościach mad rzecznych oraz funkcjonowania ekosystemów nisz źródłiskowych. Uzyskane dane wskazują na odmienność mad w dolinie tej rzeki w stosunku do tego typu gleb w dolinach rzek Jarosławianki i Leśnej. Mady w dolinie Kamiennej charakteryzują się znacznie silniej rozwiniętymi, czarno zabarwionymi, zasobnymi w materię organiczną, mięszymi do 70 cm, posiadającymi strukturę gruzełkową poziomami próchnicznymi typu mollic. Mają one prawdopodobnie również starszy wiek. W oparciu o przeprowadzone badania postawiono hipotezę, że czynnikiem, który silnie wpływał na postglacjalną ewolucję gleb dolin rzek źródłowych w młodoglacjalnym krajobrazie Pomorza Środkowego była budowa geologiczna zlewni. Zagadnienie to będzie przeze mnie kontynuowane w ciągu najbliższych lat.

Interdyscyplinarne badania poświęcone funkcjonowaniu ekosystemów śródleśnych nisz źródłiskowych w dolinie Kamiennej prowadziłem we współpracy z dr hab. Zbigniewem Sobiszem i dr Agnieszką Parzych. Objęto nimi pięć nisz źródłiskowych o zróżnicowanych rozmiarach, usytuowanych w górnym i środkowym biegu rzeki. Badane były właściwości związanych z kopolowymi torfowiskami źródłiskowymi gleb torfowych saprowych, dynamika składu chemicznego wód zasilających nisze oraz jego transformacja w glebach (badania piezometryczne) i w strumieniach źródłiskowych, czasoprzestrzenna zmienność składu chemicznego wód Kamiennej, skład gatunkowy zbiorowisk roślinnych oraz bioakumulacja makro- i mikroskładników w roślinności źródłiskowej. W obrębie największej,

porośniętej przez drzewostan olszy czarnej niszy źródłiskowej wytyczona została powierzchnia badawcza, na której prowadziłem również badania dynamiki opadu roślinnego oraz rozkładu liści czterech gatunków drzew – porastającej niszę olszy czarnej oraz występujących w jej otoczeniu buka zwyczajnego, dębu czerwonego i klonu zwyczajnego. Uzyskany w okresie trzech lat badań duży zbiór danych w chwili obecnej jest tylko częściowo przetworzony i opublikowany.

Badania gleb nisz źródłiskowych pozwoliły uchwycić ich specyfikę, wynikającą z funkcjonowania w strefie przejściowej pomiędzy podziemną i powierzchniową częścią obiegu wody w zlewni rzecznej. Specyfika ta wyraża się charakterystycznymi pionowymi gradientami rozmieszczenia poszczególnych frakcji pierwiastków chemicznych, uwarunkowanymi wpływem aktualnych zbiorowisk roślinnych w stropie gleb oraz ciągłym przepływem wód gruntowych w ich spągu, ponad podłożem mineralnym. We wszystkich badanych glebach obserwowano malejący wraz z głębokością udział labilnych frakcji węgla i azotu. Zawartość Cu, Ni i Zn układała się na poziomie naturalnych stężeń, wykazując zróżnicowane dla poszczególnych metali i stanowisk schematy profilowego rozmieszczenia. Skład frakcyjny materii organicznej gleb torfowych saprowych nisz źródłiskowych jest typowy dla związanych z dolinami rzecznych gleb torfowisk niskich. Dominuje w nich materiał niehumifikowany, stanowiący 71,5-91,9% materii organicznej, ze znacznym udziałem kwasów huminowych (4,9-22,1%) i niewielkim kwasów fulwowych (1,9-6,7%). Kwasy huminowe przeważają nad fulwowymi 1,4-5,2-krotnie. Wysokie wartości wskaźników absorpcji alkalicznych roztworów kwasów huminowych świadczą o przewadze w ich cząsteczkach struktur alifatycznych nad aromatycznymi, wskazując na słabe zaawansowanie procesu humifikacji, wynikające z bardzo silnego uwilgotnienia.

Ekosystemy nisz źródłiskowych są otwartymi układami w obiegu materii i energii o bardzo ścisłych interakcjach pomiędzy trzema podstawowymi ich komponentami – wodą, glebami i roślinnością. Związany z niszami źródłiskowymi w dolinie Kamiennej różnowiekowy drzewostan olszy czarnej (40-86 lat) w latach 2012-2014 produkował w ciągu roku 3482,5-4106,9 kg/ha opadu roślinnego, który w 78,0-81,6% składał się z liści, 4,9-5,6% gałęzi, 2,8-8,2% kwiatostanów, 0,2-0,9% owoców i 7,6-9,2% z pozostałych składników. Opad roślinny wykazywał dynamikę typową dla lasów klimatu umiarkowanego, oraz małą zmienność z roku na rok, wynikającą z dużej stabilności siedlisk obszarów źródłiskowych. Opad roślinny charakteryzował się silnie kwaśnym odczynem (pH 3,31-4,92), stosunkowo dużą zasobnością w azot i wapń oraz małą w fosfor, potas i magnez. Zawartość Fe, Al, Mn,

Cu, Ni i Zn układała się na typowo niskim dla tych pierwiastków poziomie. Pod względem rocznego dopływu do gleby z opadem roślinnym pierwiastki tworzyły szereg: C>N>Ca>K>Mg>P>Mn>Fe>Al>Zn>Sr>Cu. Liście olszy, jako główny składnik opadu roślinnego, ulegały niemal całkowitemu rozkładowi w ciągu pierwszego roku (współczynnik rozkładu $k = 2,77$). Intensywnemu rozkładowi podlegały również nawiewane z sąsiedztwa niszy liście klonu zwyczajnego ($k = 1,02$), buka zwyczajnego ($k = 0,49$) i dębu czerwonego ($k = 0,49$). W trakcie rozkładu liści poszczególnych gatunków drzew obserwowano zróżnicowane schematy uwalniania makro- i mikroelementów. Ustalono, że głównym czynnikiem różnicującym jest skład chemiczny materiałów wyjściowych.

W latach 2011-2013 prowadziłem badania nad genezą, ewolucją i właściwościami gleb terasy nadzalewowej Słupi w południowej części Słupska. Uzyskane wyniki uwidoczniły wieloetapowy charakter rozwoju tutejszej pokrywy glebowej oraz ścisłe jej powiązanie z litologią i procesami geomorfologicznymi. Wyraźnie widoczny jest również modyfikujący wpływ antropopresji. Badana terasa nadzalewowa zdominowana jest przez związane ze średnio- i gruboziarnistymi piaskami rzecznyymi, w wieku TL 9,0-9,8 ka BP gleby rdzawe oraz występujące w obrębie niewielkich płątów pokryw eolicznych datowanych na 4,2-5,1 ka BP gleby glejbielicowe. W badaniach została uchwycona wzmożona aktywność procesów eolicznych na przełomie okresów atlantyckiego i subborealnego, która była notowana również przez Olszaka i wsp. [2012] na położonym około 20 km na północ stanowisku w strefie brzegowej Bałtyku. Niektóre profile gleb glejbielicowych zostały nadbudowane około 20 centymetrowymi warstwami piasków eolicznych również około $0,4 \pm 0,06$ ka BP. Fakt ten z kolei należy wiązać z lokalnymi wylesieniami terenu, co znajduje potwierdzenie w archiwalnych materiałach kartograficznych. Do cech charakterystycznych gleb badanego fragmentu terasy nadzalewowej należy zaliczyć znaczną zasobność w materię organiczną oraz na ogół dużą głębokość solum. Ich substraty mineralne, szczególnie piaski fluwioglacjalne, są dość silnie zwietrzałe. Mające charakter orszynowy poziomy wzbogacania gleb glejbielicowych charakteryzują się dużym nagromadzeniem związków humusowych przy relatywnie małym udziale wolnych tlenków żelaza. W niektórych profilach gleb badanej terasy stwierdzono przekształcenia morfologiczne związane z pracami ziemnymi i uprawą. Istotną rolę w ewolucji gleb odegrało odwodnienie występującego w centralnej części terasy nadzalewowej mokradła, które spowodowało obniżenie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych, a w konsekwencji stopniową transformację gleb glejbielicowych torfiastych w glejbielicowe murszaste. Wielowiekowa aktywność człowieka na badanym

obszarze nie znalazła jednak odzwierciedlenia w podwyższonych koncentracjach metali ciężkich w glebach. Zawartości Cu, Ni i Zn układały się w granicach tła geochemicznego, wykazując schematy profilowego rozmieszczenia typowe dla poszczególnych procesów glebotwórczych.

W roku 2013 badania gleb dolin rzecznych rozszerzyłem na usytuowaną w starszym krajobrazie dolinę Wkry. Ich celem jest zrekonstruowanie głównych etapów rozwoju oraz scharakteryzowanie właściwości współczesnej pokrywy glebowej doliny tej rzeki i obszarów przyległych na odcinku Biezuń-Radzanów. Pierwszy etap badań obejmuje rekonstrukcję minionych warunków środowiskowych w oparciu o analizy geochemiczne i paleoekologiczne (Cladocera, palinologia) osadów wypełniających liczne na tym obszarze paleomeandry i zagłębienia wytopiskowe. Do chwili obecnej, we współpracy z dr Moniką Niską i mgr Joanną Gadziszewską, opracowano dwa rdzenie osadów pobrane z paleomeandru w miejscowości Bielawy Gołuskie. Stwierdzono w nich czytelny obraz zmian środowiskowych w zbiorniku wodnym i jego zlewni od schyłku vistulianu do końca atlantyku. Zainicjowano już również badania gleboznawcze, a jednym z ich efektów było odkrycie w obrębie położonej na skraju doliny Wkry wydmy nie notowanego wcześniej stanowiska archeologicznego. Datowania znalezionych fragmentów ceramiki wskazują, że są to pozostałości osady z XII-XIII wieku.

W latach 2007-2010 prowadziłem badania wpływu domieszek sosny i świerka w drzewostanie bukowym na właściwości gleb. Na zlokalizowanych na terenie leśnictwa Łysomice (Nadleśnictwo Leśny Dwór) powierzchniach badawczych, obejmujących płyty czystego drzewostanu bukowego w wieku około 120 lat oraz drzewostanu mieszanego, bukowo-sosnowo-świerkowego w podobnym wieku, prowadziłem badania dynamiki i chemizmu opadu roślinnego, dopływu do gleby pierwiastków z opadem roślinnym, rozkładu liści buka oraz ilościowej i jakościowej transformacji wód opadowych w kontakcie z roślinnością (badania wód podkoronowych i spływających po pniach) i glebami (badania lizymetryczne). Prowadziłem również badania porównawcze zasobów materii organicznej i właściwości gleb w płatach o zróżnicowanym składzie gatunkowym drzewostanów. Roczny dopływ opadu roślinnego do gleby w okresie badań wynosił od 2,79 do 5,40 t·ha⁻¹ w drzewostanie bukowym i od 3,23 do 4,87 t·ha⁻¹ w drzewostanie mieszanym. Znacznie zróżnicowana z roku na rok produkcja opadu jest typowa dla drzewostanów bukowych. Głównymi składnikami opadu w obydwu drzewostanach były organy asymilacyjne, a w latach nasiennych buka również jego części generatywne, stanowiące do około 25% jego całkowitej masy. Opad buka na tle sosny i świerka był bardziej zasobny w azot, fosfor i wapń

oraz charakteryzował się wyższym odczynem. Na dynamikę i skład chemiczny opadu świerka duży wpływ wywarła gradacja kornika, która miała miejsce w 2008 roku. Spowodowała ona prawie 7-krotny wzrost masy opadu w stosunku do roku poprzedniego. Głównym jego składnikiem były zielone igły, które różniły się składem chemicznym od igieł zebranych poza okresem gradacji. Charakteryzowały się bardziej kwaśnym odczynem i mniejszą zasobnością w składniki zasadowe. Liście buka, jako główny składnik opadu roślinnego w badanych drzewostanach, rozkładały się stosunkowo szybko ($k = 0,54$), mimo niekorzystnie wpływających na tempo procesu cech materiału wyjściowego (duża zawartość lignin, mała zawartość azotu i fosforu, szeroki stosunek C:N). Szybkie tempo rozkładu powiązано z łagodzącymi warunkami klimatycznymi wpływem morza. Uwalnianie pierwiastków z rozkładających się liści przebiegało według zróżnicowanych schematów. Mineralizacja związków azotu zachodziła w trzech fazach, obejmujących wzrost stężenia i zasobów pierwiastka w fazie pierwszej, dalszy wzrost stężenia przy stopniowo malejących zasobach w fazie drugiej i malejące zarówno stężenie jak i zasoby w fazie trzeciej. Koncentracje i zasoby fosforu i potasu wykazywały stałą tendencję spadkową. Zasoby wapnia i magnezu wykazywały dynamikę zbliżoną do ubytków masy, zaś ich koncentracje pozostawały na stosunkowo stałym poziomie. Produkcja różniącego się pod względem cech ilościowych i jakościowych opadu roślinnego przez poszczególne gatunki wchodzące w skład badanych drzewostanów znalazła odzwierciedlenie w zasobach i właściwościach glebowej materii organicznej oraz intensywności obiegu biologicznego. We fragmentach drzewostanu z domieszką sosny obserwowano około 3-krotnie, a we fragmentach z domieszką świerka około 2-krotnie większe zasoby materii organicznej w ektopróchnicy na tle czystego drzewostanu bukowego. Zasoby materii organicznej w poziomach próchnicznych gleb były mniej zróżnicowane, nieco większe w buczynie. We fragmentach drzewostanu mieszanego zaobserwowano silniejsze zakwaszenie gleb oraz mniejszą ich zasobność w azot.

Buk, sosna i świerk miały istotnie różny wpływ na kierunek i zakres transformacji wód opadowych. Generalnie, wody podkoronowe oraz spływające po pniach sosny i świerka na tle buka charakteryzowały się znacznie niższym odczynem przy większych ładunkach rozpuszczalnych frakcji organicznego węgla i azotu oraz składników jonowych. Istotne różnice stwierdzono również w chemizmie przechwytywanych pod poziomem organicznym i próchnicznym wód lizymetrycznych. W płatach drzewostanu mieszanego charakteryzowały się one niższym pH oraz większymi koncentracjami rozpuszczalnego węgla organicznego, żelaza i glinu przy niższych koncentracjach rozpuszczalnych frakcji azotu. Uzyskane dane

dowodzą, że w drzewostanie bukowym zachodzi bielicowanie, ale domieszka gatunków iglastych wydatnie nasila ten proces.

Interakcje pomiędzy glebami a roślinnością badałem jeszcze w ramach kilku projektów realizowanych głównie we współpracy z dr Agnieszką Parzych. Dotyczyły one m.in.:

- porównania zasobów materii organicznej oraz wybranych wskaźników stanu ekochemicznego gleb w zespołach *Empetro nigri-Pinetum* i *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* Słowińskiego Parku Narodowego,
- wpływu wykrocisk na rozwój i właściwości mozaik glebowo-roślinnych w Słowińskim Parku Narodowym,
- bioakumulacji metali ciężkich w roślinności zielnej Pomorza Środkowego,
- oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska Słupska metalami ciężkimi w oparciu o ich koncentracje w szpilkach sosny i glebach.

Od 2015 roku poligonem moich badań gleboznawczych jest również klif nadmorski na odcinku Pomorza Środkowego. W wyniku przeprowadzonych we współpracy z dr Bogusławą Kruczkowską z IGiPZ PAN prac o charakterze inwentaryzacyjnym zidentyfikowanych zostało dziesięć stanowisk z glebami kopalnymi. W obrębie sześciu z nich wykonano już badania terenowe oraz część analiz laboratoryjnych. Badane stanowiska obejmują sekwencje różnych typów kopalnych gleb w późnoplejstocенskim i holocенskim wieku wykształconych z substratów o zróżnicowanym pochodzeniu. Gleby te miejscami noszą reliktowe cechy środowisk peryglacjalnych w postaci krioturbacji i poziomów krioiluwialnych. W obrębie badanych stanowisk stwierdzono również kopalne niecki jezior proglacjalnych wypełnione laminowanymi osadami mineralnymi i organicznymi, które były przedmiotem badań paleogeograficznych. Wstępna analiza uzyskanych wyników pozwala wnioskować, że postglacjalny rozwój gleb w strefie brzegowej Bałtyku przebiegał wieloetapowo i był bardzo ściśle powiązany z procesami morfogenetycznymi. W środowisku peryglacjalnym duży wpływ wywierały procesy fluwialne, zaś w późniejszym okresie procesy eoliczne.

Odbyty w 2014 roku staż naukowy na Słowackim Uniwersytecie Rolniczym w Nitrze pod kierunkiem naukowym doc. inż. Vladimira Simanskiego był okazją do zgłębienia wiedzy o czarnoziemach. Przeprowadziłem badania tych gleb na kilku stanowiskach w okolicach Nitry. Na podstawie uzyskanych wyników przygotowanych zostało kilka artykułów naukowych, z których część została już wydana.

Wyniki prowadzonych przeze mnie badań systematycznie publikowałem w czasopiśmie krajowych i zagranicznych. Łącznie opublikowałem 70 prac, w tym monografię wskazaną jako osiągnięcie naukowe, 14 artykułów w czasopiśmie posiadających współczynnik impact factor oraz 55 artykułów w pozostałych czasopiśmie naukowych i recenzowanych monografiach. Szczegółowy wykaz publikacji zawiera załącznik nr 4. Wyniki badań prezentowałem również na konferencjach naukowych o zasięgu międzynarodowym i krajowym, a niektóre ich aspekty również w ramach sesji terenowych konferencji współorganizowanych. Zawarty w załączniku nr 4 wykaz referatów i posterów prezentowanych na konferencji naukowych odnosi się wyłącznie do tych, które prezentowałem osobiście. Wyniki wielu badań były prezentowane również na innych konferencjach przez moich współautorów.

Ważnym osiągnięciem, mającym duże znaczenie dla rozwoju mojej kariery naukowej, było zorganizowanie niemal od podstaw laboratorium geochemiczno-sedymentologicznego. Dzięki pozyskanym w latach 2006-2012 z różnych źródeł środkom (KBN, Urząd Miasta Słupska, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku) udało się zgromadzić nowoczesną aparaturę badawczą ukierunkowaną na badania cech fizycznych i chemicznych gleb i osadów. Zakupiono m.in. spektrometr emisji atomowej z plazmą wzbudzoną mikrofalowo (Agilent 4100 MP-AES), emisyjny fotometr płomieniowy (Sherwood 410), spektrofotometr UV-VIS, zestaw aparatury VELP do oznaczania zawartości azotu metodą Kjeldahla, zestaw aparatury Eijkelkamp do oznaczania uziarnienia metodą pipetową, szereg urządzeń do przygotowania próbek, jak suszarki, wytrząsarki, mieszadła, młynki laboratoryjne, płyty grzewcze i wagi oraz sprzęt do badań terenowych. W roku 2015 brałem udział w przygotowaniu projektu SOA (Słupski Ośrodek Akademicki), który został zaakceptowany do finansowania. Projekt ten przewiduje rozbudowę i doposażenie pracowni geochemiczno-sedymentologicznej w szereg nowych urządzeń, m.in. laserowy analizator uziarnienia, analizator CHN, analizator TOC, spektrofotometr refleksyjny FT-IR, wysokociśnieniowy aparat do oznaczania w glebie zawartości wody niedostępnej dla roślin, liofilizator, wielostanowiskowy mineralizator mikrofalowy oraz drobniejszy sprzęt do przygotowania próbek na potrzeby poszczególnych analiz. Zakupiona aparatura umożliwi przede wszystkim zgłębienie badań nad glebową materią organiczną.

Moja działalność dydaktyczna obejmowała prowadzenie na trzech kierunkach studiów (geografii, ochronie środowiska i biologii) wykładów, ćwiczeń audytoryjnych, ćwiczeń laboratoryjnych i zajęć terenowych, których szczegółowy wykaz został zawarty w załączniku

nr 4. Ponadto pełniłem funkcję promotora 9 prac magisterskich i 2 prac licencjackich, a także recenzenta 21 prac magisterskich. Uzyskane w ramach wykonywanych pod moją opieką prac magisterskich wyniki badań zostały opublikowane we współautorstwie z magistrantami w pięciu oryginalnych artykułach naukowych. Sfinalizowanie dobrze wykonanej pracy magisterskiej publikacją naukową, będącą wymiernym efektem dobrze wykonanej przez magistranta pracy, uważam za bardzo istotny element w dydaktyce.

Ważnym elementem mojej pracy była również działalność popularyzująca naukę, w szczególności w zakresie zagadnień gleboznawczych. Na działalność tą składały się różnorodne przedsięwzięcia, m.in.:

- organizacja imprez w ramach siedmiu edycji Bałtyckiego Festiwalu Nauki (lata 2006-2012), które poświęcone były zagadnieniom gleboznawczym oraz chemii środowiska; trzykrotnie uzyskały one dofinansowanie ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku,
- trzykrotne pełnienie funkcji koordynatora Bałtyckiego Festiwalu Nauki w ramach Instytutu Geografii i Studiów Regionalnych Akademii Pomorskiej w Słupsku,
- realizacja trzech edycji warsztatów edukacyjnych „Śmieci wokół nas, czyli przyrodnicze i ekonomiczne skutki obecności i migracji zanieczyszczeń w środowisku” skierowanych do młodzieży licealnej i gimnazjalnej Słupska i okolic; każda edycja obejmowała 10 grup uczestników; warsztaty były finansowane ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku,
- realizacja warsztatów edukacyjnych „Miejsce i rola gleby w środowisku naturalnym oraz gospodarce człowieka – warsztaty edukacyjne” skierowanych do dziesięciu grup młodzieży szkół średnich Słupska i okolic; warsztaty były finansowane ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku,
- wygłaszanie referatów poświęconych zagadnieniom gleboznawczym w ramach Uniwersytetu Trzeciego Wieku oraz Uniwersytetu Dziecięcego działających na Akademii Pomorskiej w Słupsku

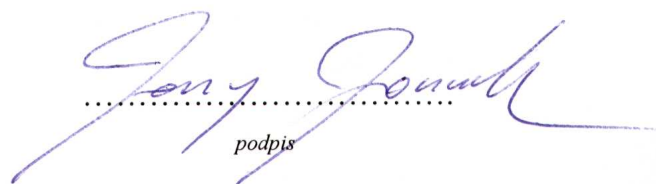
Cytowana literatura

- Borówka R.K. 1992. Przebieg i rozmiary denudacji w obrębie śródwysoczyznowych basenów sedymentacyjnych podczas późnego wistulianu i holocenu. Wydawnictwo UAM, Poznań
- Chojnicki J. 2002. Procesy glebotwórcze w madach środkowej doliny Wisły i Żuław. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa

- Cierniewski J. 1982. Zmienność przestrzenna gleb organicznych doliny Cybiny na tle warunków fizjograficznych. *Roczniki Gleboznawcze* 32(4): 3-51.
- Dąbkowska-Naskręt H. 1990. Skład i właściwości fizykochemiczne wybranych gleb aluwialnych Doliny Dolnej Wisły z uwzględnieniem ich cech diagnostycznych. Wydawnictwo Uczelniane ATR w Bydgoszczy
- Florek W. 1991. Postglacjalny rozwój dolin rzek środkowej części północnego skłonu Pomorza. Wydawnictwo WSP, Słupsk
- Florek W., Jonczak J., Princ C. 2008. Denudacja odpływowa w Dolinie Wieprzy (w:) Rączkowski W., Sroka J. (red.) *Historia i kultura Ziemi Sławieńskiej*, tom VII, Gmina Sławno: 25-37.
- French H.M. 2007. *The Periglacial Environment*, 3rd Edition, Wiley
- Jonczak J. 2011. Pedological aspects in the functioning of spring niches as transition zones between underground and superficial parts of water cycle in river basin, *Ecological Questions* 15: 35-43
- Jonczak J., Florek W. 2013. Wiek i właściwości gleb wykształconych z osadów stawu młyńskiego w dolinie Jarosławianki (Równina Sławieńska), (w:) Jonczak J., Florek W. (red.) *Środowisko glebotwórcze i gleby dolin rzecznych*, Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań: 33-40.
- Jonczak J., Parzych A., Sobisz Z. 2015. Distribution of carbon and nitrogen forms in Histosols of headwater areas – a case study from the valley of the Kamienna Creek (northern Poland). *Journal of Elementology* 20(1): 95-105.
- Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Maliszewska-Kordybach B., Filipiak K., Krakowiak A., Pietruch C. 1995. Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: ss. 35.
- Kaczmarzyk J. 2008. Holocenska paleohydrografia środkowej Wieprzy w świetle cech sedimentologicznych osadów korytowych. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pomorskiej w Słupsku, Słupsk
- Kobierski M., Dąbkowska-Naskręt H. 2012. Local background concentration of heavy metals in various soil types formed from glacial till of the Inowrocławska Plain. *Journal of Elementology* 17(4): 559-585.
- Kononowa M. 1968. Substancje organiczne gleby, ich budowa, właściwości i metody badań. PWRiL, Warszawa.
- Kowalkowski A., Jonczak J. 2013. Morfogenetyczne i antropogeniczne uwarunkowania rozwoju gleb w zlewni młodoplejstoczeńskiej doliny erozyjno-denudacyjnej, (w:) Jonczak J., Florek W. (red.) *Środowisko glebotwórcze i gleby dolin rzecznych*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 75-94.
- Kozarski S. 1995. Deglacjacja północno-zachodniej Polski: warunki środowiska i transformacja geosystemu (~20 ka → ~10 ka BP). *Dokumentacja Geograficzna* 1, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Laskowski S. 1986. Powstanie i rozwój oraz właściwości gleb aluwialnych doliny środkowej Odry. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu* 56: 1-68.
- Majewski M. 2013. Rozwój form i procesów stokowych w rynnach jeziora jasioń w późnym wistulianie i holocenie. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pomorskiej w Słupsku, Słupsk
- Mazurek M. 2010. Hydrogeomorfologia obszarów źródłiskowych (dorzecze Parsęty, Polska NW). Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań
- Mazurek M., Paluszkiwicz R. 2013. Formation and development of a 1st-order valley network in postglacial areas (the Dębica catchment). *Landform Analysis* 22: 75-87.

- O'Halloran I.P., Steward J.W.B., Kachnoski R.G. 1987. Influence of texture and management practices on the forms and distribution of soil phosphorus. *Canadian Journal of Soil Science* 67: 147-163.
- Okruszko H. 1960. Gleby murszowe torfowisk dolinowych i ich chemiczne oraz fizyczne właściwości. *Roczniki Nauk Rolniczych* 74-F(1): 5-86.
- Olczak J., Siuchniński K. 1985. Źródła archeologiczne do studiów nad wczesnośredniowiecznym osadnictwem grodowym na terenie województwa śląskiego, Wydawnictwo UAM, Poznań: ss 340.
- Olszak I.J., Florek W., Mystkowska A. 2012. Stratygrafia i litologia osadów czwartorzędowych we wschodniej części klifu orzechowskiego i ich implikacje paleogeograficzne. W: W. Florek (red.). *Geologia i geomorfologia pobrzeża i południowego Bałtyku*. 9. Akademia Pomorska w Słupsku, Słupsk: 45-56.
- Osadowski Z. 2010. Wpływ uwarunkowań hydrologicznych i hydrochemicznych na zróżnicowanie szaty roślinnej źródlisk w krajobrazie młodoglacjalnym Pomorza. Wydawnictwo Akademii Pomorskiej w Słupsku, Słupsk
- Rotnicki K., Borówka R.K. 1994. Stratigraphy, paleogeography and dating of the North Polish Stage in the Gardno-Łeba Coastal Plain (w:) Rotnicki K. (red.) *Changes in the Polish Coastal Zone*. Wydawnictwo Uniwersytetu Adama Mickiewicza, Poznań: 84-88.
- Strahler A.N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union* 38(6): 913-920.
- Twardy J. 2013. Pradziejowa kolonizacja małych dolin rzecznych środkowej Polski i jej konsekwencje dla rozwoju rzeźby. *Landform Analysis* 24: 97-106.
- Vierke M. 1937. Die Ostpommerschen Bändertone als Zeitmarken und Klimazungen. *Abh. Geol.-Pal. Inst. E.-M.-Arndt-Univ. Greiswald. H.* 18: 1-37.
- Walker T.W., Syers J.K. 1976. The fate of phosphorus during pedogenesis. *Geoderma* 15: 1-19.
- Witek T. 1965. Gleby Żuław Wiślanych. *Pamiętnik Puławski* 18: 157-266.
- Woronko B. 2007. Typy mikromorfologii powierzchni ziarn kwarcowych frakcji pylastej i ich wartość interpretacyjna, (w:) Mycielska-Dowgiałło E., Rutkowski J. (red.) *Badania cech teksturalnych osadów czwartorzędowych i wybrane metody oznaczania ich wieku*, Wydawnictwo Szkoły Wyższej Przymierza Rodzin, Warszawa: 181-204.
- Zgłobicki W. 2008. Geochemiczny zapis działalności człowieka w osadach stokowych i rzecznych. Wydawnictwo UMCS, Lublin.

Warszawa, dn. 5 października 2016 r.


.....
podpis