

**Ryszard MALINOWSKI¹, Edward NIEDŹWIECKI¹, Wojciech A. KOWALSKI²,
Mikołaj PROTASOWICKI³, Edward MELLER¹*

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ELEMENTÓW ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO WYSPY CHEŁMINEK

CZĘŚĆ I: RÓŻNICOWANIE SIĘ CECH MORFOLOGICZNYCH I WŁAŚCIWOŚCI GLEB POWSTAJĄCYCH Z PIASZCZYSTYCH OSADÓW DENNYCH W WYNIKU ICH ZALESIENIA NA WYSPIE CHEŁMINEK

CHARACTERISTICS OF SELECTED ELEMENTS OF NATURAL ENVIRONMENT OF CHEŁMINEK ISLAND

PART I: DIFFERENTIATION IN MORPHOLOGICAL TRAITS AND PROPERTIES OF SOILS DEVELOPED FROM SANDY BOTTOM SEDIMENTS AS A RESULT OF THEIR AFFORESTATION ON THE ISLAND CHEŁMINEK

¹Zakład Gleboznawstwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Juliusza Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

²Zakład Botaniki i Ochrony Przyrody, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Juliusza Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

³Katedra Toksykologii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71-459 Szczecin

Abstract. The island Chełminek was formed artificially mostly of sand bottom sediments obtained after the construction and deepening of the fairway Świnoujście–Szczecin and was afforested about 100 years ago. In this study the properties of sand sediments under forest were compared with similar mechanical composition of “fresh” sand sediments. Forest cover brought about the development of muck soil profile with horizons Amu-AC-C-Cgg. The upper part of this profile at the depth of 3–20 cm, in comparison with “fresh” sediments, was characterised by: the accumulation of organic matter (50,4–98,0 g · kg⁻¹), strong acidity (pH_{KCl} 3,1–3,8), reduced bulk density (0,84–1,24 Mg · m⁻³), increased total porosity (45,8–53,6%), a clear increase in available potassium as well as potassium and phosphorus soluble in the mixture of concentrated HNO₃ + HClO₄ acids.

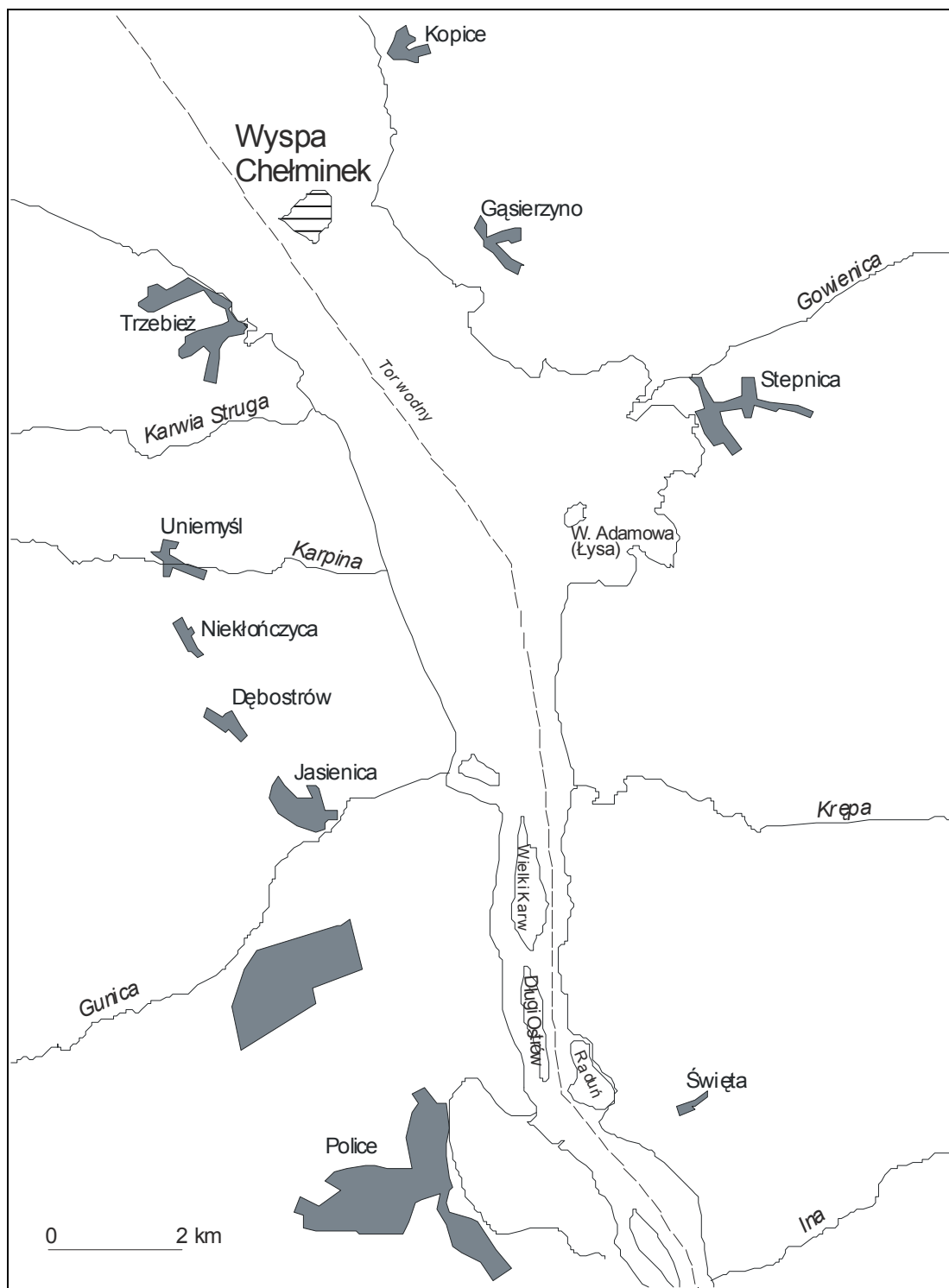
Słowa kluczowe: cechy morfologiczne i właściwości gleb, zalesienie osadów dennych.

Key words: afforestation of bottom sediments, morphological traits and properties of soil.

WSTĘP

Wyspa Chełminek (Jasny Chełm, Wyspa Nawigacyjna) znajduje się po wschodniej stronie toru wodnego Świnoujście–Szczecin (w rejonie 35,850 km) na pograniczu wpływu wód Roztoki Odrzańskiej w Zalew Szczeciński (rys. 1).

*Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Ryszard Malinowski, Zakład Gleboznawstwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie ul. Juliusza Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, email: ryszard.malinowski@zut.edu.pl



Rys. 1. Lokalizacja wyspy Chełminek
 Fig 1. Localization of Chełminek island

Jest oddalona od Trzebieży około 1,5 km i w ocenie Białeckiego i Turek-Kwiatkowskiej (1991) posiada powierzchnię około 8 ha. Powstanie wyspy jest związane z budową i pogłębieniem toru wodnego Świnoujście–Szczecin. Osiecimski (1966), opisując szczegółowo rys historyczny powstania toru, podaje, że w latach 1889–1900 przy jego tworzeniu największe trudności napotymano na Roztoce Odrzańskiej przy mieliźnie Światowita, ze względu na występowanie

na głębokości 1,5–2,0 m raf kamienistych. Z tego kamiennego urobku usypano wyspę Chełminek, a górną jej część przykryto materiałem piaszczystym pochodzącym z pogłębienia toru. Tak uformowany teren zalesiono i obecnie wyspa Chełminek porośnięta jest roślinnością tworzącą fragmentami 100-letni wielowarstwowy las, w którym występuje większość drzew lasotwórczych Pomorza Zachodniego (dominują m.in. jesion wyniosły *Fraxinus excelsior*, dąb szypułkowy *Quercus robur*, buk zwyczajny *Fagus sylvatica*, lipa drobnolistna *Tilia cordata*, a wśród iglastych świerk pospolity *Picea excelsa* i daglezja zielona *Pseudotsuga menziesii*). Poszczególne gatunki drzew są przemieszane ze sobą, rzadko tworząc jednogatunkowe skupienia.

Po 1945 roku wschodnia część wyspy Chełminek spełniała funkcję pola refulacyjnego, na którym gromadzono osady piaszczyste. Z informacji Sagalskiego i Stolarza (1986) wynika jednak, że w obniżonej wschodnio-południowej części wyspy, oprócz materiału piaszczystego, wprowadzono także mulisty (mineralno-organiczny). Na tej świeżo refulowanej części pola pojawiła się wierzba *Salix* L. oraz masowo trzcina *Phragmites* L. i pokrzywy *Urtica dioica* L.

Celem pracy było ukazanie, na podstawie porównania z osadami świeżo zdeponowanymi, zmian w cechach morfologicznych i właściwościach piaszczystych osadów dennych wyspy pod wpływem około 100-letniej roślinności leśnej.

Należy zaznaczyć, że relacje zachodzące między glebami leśnymi i roślinnością w lasach były od lat przedmiotem wielu badań. W ostatnich latach, w ramach realizacji Krajowego Programu Zwiększania Lesistości w Polsce (2003), zmiany właściwości zachodzące w najslabszych, piaszczystych glebach porolnych w wyniku zalesienia ukazywali w swoich publikacjach m.in. Olszewska i Smal (2008), Bielińska i Hury (2009), Błońska i Januszek (2010), Sosnowska (2011).

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto północny fragment wyspy znajdujący się pod lasem, w obrębie którego zlokalizowano cztery odkrywki glebowe. Dwie z nich (nr 4 i 5) wykonano wśród drzewostanu z przewagą drzew liściastych i dwie (nr 6 i 7) wśród drzewostanu z przewagą drzew iglastych. Dodatkowo, w celach porównawczych wykonano trzy odkrywki (nr 1, 2, 3) w piaszczystej części czynnego pola refulacyjnego.

Z wykonanych odkrywek, po szczegółowym opisie profilu glebowego, z poszczególnych poziomów i warstw pobrano próbki glebowe do analiz laboratoryjnych. W tak pobranym materiale barwę gleby ustalono stosując skalę barw Munsella ((Munsell soil color charts 1954), a części szkieletowe od ziemistych oddzielono przy użyciu sita o średnicy oczek 2 mm. W częściach ziemistych oznaczono skład granulometryczny metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, odczyn (pH_{H_2O} oraz pH_{KCl} – stosunek gleby do roztworu 1 : 2,5) określono potencjometrycznie, zawartość $CaCO_3$ – metodą Scheiblera, materię organiczną – wagowo po spaleniu materiału glebowego w temperaturze $550^\circ C$, zawartość przyswajalnego fosforu i potasu – metodą Egnera-Riehma, przyswajalnego magnezu – metodą Schachtschabela. Zawartość składników: K, Mg, Na, Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Fe rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów: $HNO_3 + HClO_4$ oznaczono przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej Unicam Solaar 929, natomiast P – kolorymetrycznie.

Do określenia gęstości objętościowej gleby i jej pojemności wodnej maksymalnej (objętościowej) zastosowano pierścienie Kopecky'ego o pojemności 100 cm³. Pobrano do nich materiał glebowy do głębokości 30 cm w pięciu powtórzeniach, a poniżej 30 cm głębokości w trzech powtórzeniach. Oznaczenia wykonano metodą suszarkową, stosując temperaturę 105°C. Do analiz nie pobrano materiału glebowego z powierzchniowej 0–3 cm zarówno wśród drzewostanu, jak i z osadów „świeżo” odłożonych. W przypadku lasu warstwę tę stanowiła przeważnie obumarła masa organiczna w postaci gałązek, kory, igliwia, liści i roślinności zielnej. Natomiast na świeżo odkładanych osadach stosunkowo szybko, w zależności m.in. od uwilgotnienia, występowało pionierskie zbiorowisko *Corispermo-Plantaginetum indicae* zróżnicowane wewnątrz na warianty: typowy (suchy) i wilgotny z *Juncus bufonius* (Kutyna i in. 2007).

Próbki zbiorcze gleby w pobliżu odkrywek pobrano łaską Egnera także po usunięciu powierzchniowej warstwy o miąższości 0–3 cm. W pracy przedstawiono szczegółową charakterystykę najbardziej reprezentatywnego profilu osadu zalesionego opisanego na podstawie odkrywki 7.

WYNIKI I DISKUSJA

Porównywane obiekty badań charakteryzowały się materiałem w postaci osadów dennych o składzie granulometrycznym piasku luźnego, w którym udział łu koloidalnego wynosił przeważnie 1%. W piasku tym stwierdzono sporadyczne występowanie części szkieletowych, znikomy udział (do 7%) piasku gruboziarnistego, natomiast dominował piasek drobnoziarnisty (niekiedy do 80%). Podobny skład granulometryczny wykazywały także piaszczyste osady denne odkładane na innych polach refulacyjnych występujących w pobliżu toru wodnego Świnoujście–Szczecin (Niedźwiecki i in. 1989, Niedźwiecki i Tran Van Chinh 1991). Głównym ich materiałem jest kwarc, któremu towarzyszą w ilości akcesorycznej skalenie oraz ziarna minerałów ciężkich (cyrkon, ilmenit). Wszystkie ziarna wykazują dobry stopień obtoczenia; są przemyte i dobrze wysortowane, a tylko nieliczne są lekko okludowane materią organiczną (Niedźwiecki i in. 1995).

W osadach świeżo składowanych na wyspie Chełmianek występowały duże ilości muszelek racicznicy *Dreisena polymorpha* Pall., szczeżui *Anodonta* sp., żyworódki rzecznej *Viviparus viviparus* L., zgrzebki pospolitej *Bithynia tentaculata* L., zwójki pospolitej *Valvata piscinalis* Müll. oraz nieustalony rodzaj z rodziny groszkówkowatych (*Sphaeriidae*). Okruchy tych muszelek stwierdzono także na głębokości poniżej 70 cm, a ich nasilenie poniżej 110 cm w odkrywce nr 7 w obrębie drzewostanu z przewagą drzew szpilkowych. Powodują one obojętny bądź alkaliczny odczyn (pH_{KCl} 6,7–7,5), charakterystyczny dla osadów świeżo składowanych, a zawartość w nich CaCO₃ dochodzi do 1% (tab. 1). Charakterystyczne cechy morfologiczne osadu zalesionego przedstawiono na przykładzie profilu glebowego nr 7.

Odkrywkę nr 7 zlokalizowano w obrębie drzewostanu mieszanego z przewagą drzew szpilkowych. Drzewostan tworzyły: świerk pospolity *Picea excelsa*, daglezwia *Pseudotsuga taxifolia*, wiąz górski *Ulmus scabra*, brzoza brodawkowata *Betula pendula*, modrzew europejski *Larix decidua*, lipa szerokolistna *Tilia platyphyllos* i inne. Niższe piętro tworzą: czarna bez *Sambucus nigra*, malina właściwa *Rubus idaeus*, pokrzywa *Urtica dioica* i inne.

Profil glebowy nr 7:

OI (3–0 cm) – Słabo rozłożone liście, igły, gałązki, kora, szczątki runa leśnego.

Amu (0–20 cm) – pl drobnoziarnisty, 98 g · kg⁻¹ mat. org. występującej w postaci skupień, nie tworzących połączeń kompleksowych z piaskiem, układ pulchny, w stanie powietrznie suchym barwy ciemnobrunatnej (7,5YR 3/2), pH_{KCl} – 3,3, gęstość objętościowa 0,86 Mg · m⁻³, porowatość ogólna 61,9 %, przejście stopniowe.

AC (20–30 cm) – pl drobnoziarnisty, 32 g · kg⁻¹ mat. org., w stanie powietrznie suchym barwy ciemnobrunatnej (7,5YR 3/2), pH_{KCl} – 3,5, gęstość objętościowa 1,24 Mg · m⁻³, porowatość ogólna 50,2 %, przejście wyraźne z zaciekami.

C (30–70 cm) – pl drobnoziarnisty, barwy w stanie powietrznie suchym brunatnej do silnie brunatnej (10YR 5/4 – 10YR 5/6), przerośnięty w górnej części dużą masą drobnych korzeni, których ilość zmniejsza się z głębokością, widoczne podłużne zacieki próchniczne po korzeniach roślin, gęstość objętościowa 1,40 Mg · m⁻³, porowatość ogólna 37,4 %, pH_{KCl} – 4,8, przejście stopniowe.

C (70–110 cm) – pl drobnoziarnisty o podobnej barwie jak na głębokości 30-70 cm, widoczne grube korzenie drzew, pH_{KCl} – 5,2, gęstość objętościowa 1,44 Mg · m⁻³, porowatość ogólna 40,0 %, przejście stopniowe, sporadycznie ujawniają okruch węglanowe muszelek.

Cgg (110–150 cm) – pl drobnoziarnisty z symptomami oglejenia, barwa zmienna od brunatnej do brunatnoszarej (10YR 5/4 – 5YR 5/2), pH_{KCl} – 6,6–7,6 spowodowane występowaniem znacznych ilości okruchów węglanowych muszelek.

Zalesienie osadów spowodowało w górnej części profilu glebowego ich zakwaszenie, zwłaszcza w miejscach nagromadzenia się materii organicznej w postaci opadłych liści, igliwia, kory, gałązek i obumarłej roślinności runa. Najsilniejsze zakwaszenie pH_{KCl} 3,1–3,8 ujawniło się w glebie na głębokości 3–20 cm pod drzewostanem z przewagą drzew iglastych (tab. 1). Zakwaszeniu piaszczystego materiału sprzyjała stosunkowo szybka mineralizacja i humifikacja materii organicznej oraz łatwość wymywania w głąb profilu składników mineralnych, w tym wapnia w postaci Ca(HCO₃)₂.

W osadach pod około 100-letnim lasem na głębokości 3–15 (20) cm zawartość materii organicznej wynosiła 50,4–98,0 g · kg⁻¹ i na głębokości 15 (20)–30 cm zmniejszała się do 12,3–15,5 g · kg⁻¹. Zachowała ona cechy murszu nietworzącego kompleksowych połączeń z mineralnymi składnikami gleby. W zasadniczy sposób wpływała na jej barwę, która według skali Munsella (Munsell soil color charts 1954) w poziomach zawierających materię organiczną utrzymywała się w stanie powietrznie suchym od 5YR2/2 do 7,5YR3/2 (od ciemnoczerwonobrunatnej do ciemnobrunatnej), a w skale macierzystej 10YR5/6 (silnie brunatnej). Nagromadzenie materii organicznej na głębokości 3–30 cm wśród drzewostanu zmniejszyło gęstość objętościową gleby od 0,84 do 1,24 Mg · m⁻³, w porównaniu z osadami świeżo składowanymi, gdzie utrzymywała się ona w granicach 1,49–1,53 Mg · m⁻³. Przyczyniło się także do znacznego zwiększenia pojemności wodnej maksymalnej (objętościowej), która na głębokości 3–30 cm utrzymywała się w granicach 45,8–53,6%, a w osadach świeżo składowanych wynosiła zaledwie 30,4–35,3% (tab. 1).

Tabela 1. Niektóre właściwości piaszczystych osadów dennych „świeżo” składowanych oraz znajdujących się pod około 100-letnim drzewostanem mieszanym na wyspie Chełminek (wartości średnie)

Table 1. Some properties of 'fresh "sand" sediments and those under about 100-year mixed forest on the island Chełminek (mean values)

Nr odkrywki, rodzaj osadu Profil No, type of bottom sediment	Głębokość Depth (cm)	Poziomy glebowe Soil horizons	Gęstość objętościowa Bulk density (Mg · m ⁻³)	Pojemność wodna max.- objęt. Maximum volumetric water-holding capacity (%)	pH		CaCO ₃ (%)	Materia organiczna Organic matter (g · kg ⁻¹)	Składniki przyswajalne Available elements (mg · kg ⁻¹ of soil)		
					H ₂ O	KCl			P	K	Mg
1,2,3	3–30	C	1,49	35,3	7,0–8,2	6,7–7,5	0,6	10,1	97,0	37,2	61,6
Osady „świeżo” odłożone	30–60	C	1,49	34,3	7,4–7,8	6,8–7,5	0,3	5,0	78,2	47,3	22,0
Recently sediments deposited	60–75	C	1,52	30,4	7,6–7,8	7,0–7,4	0,8	2,7	20,1	18,3	15,5
	75–150	C	1,53	33,2	7,6–7,9	7,0–7,4	0,8	3,4	15,6	18,3	14,3
4,5	p. zb.**		n.o.***	n.o.	4,4–4,5	3,5–3,6	*****	98,0	119,2	99,6	72,3
Osady pod drzewostanem z przewagą drzew liściastych	3–15	Amu*	1,21	53,6	4,8–5,0	3,8–4,2	*****	50,4	79,2	97,9	68,0
Sediments under trees with a predominance of conifers	15–30	AC	1,24	50,2	6,0	4,6–4,8	*****	12,3	37,0	30,7	19,5
	30–45	C	1,44	37,1	6,0–6,1	4,9–5,1	*****	8,1	19,9	36,5	14,3
	45–100	C	1,46	39,9	6,1–6,2	5,1–5,2	*****	4,0	19,4	43,1	12,0
6,7	p. zb.		n.o.	n.o.	3,8–4,0	3,1–3,2	*****	85,4	130,7	138,2	61,2
Osady pod drzewostanem z przewagą drzew iglastych	3–20	Amu	0,84	52,3	4,0–4,5	3,3–3,8	*****	68,4	101,6	104,9	57,5
Sediments under trees with a predominance of deciduous trees	20–30	AC	1,19	45,8	4,3–6,1	3,5–4,5	*****	15,5	45,9	60,0	47,5
	30–70	C	1,35	38,2	4,4–6,6	3,9–6,1	*****	4,4	16,4	34,9	11,5
	70–120	Cgg	1,38	40,0	5,2–7,8****	4,2–7,6****	0-1,0	5,2	12,2	29,9	9,0

* wg Klasyfikacji gleb leśnych Polski (2000) – according to the Classification of Polish forest soils (2000).

** p.zb. – próbka zbiorcza – composite sample.

*** n.o. – nie oznaczono – not determined.

**** zasadowość wywołana w tworzywie glebowym niektórych profili występowaniem okruchów węglanowych muszelek – alkalinity in some soil profiles resulting from the occurrence of carbonate shell crumbs.

***** nie stwierdzono reakcji z 10% HCl – lack of response after application of 10% HCl.

Tabela 2. Skład chemiczny osadów dennych „świeżo” składowanych oraz znajdujących się pod około 100-letnim drzewostanem mieszanym na wyspie Chełminek (wartości średnie)

Table 2. Chemical composition of “fresh” bottom sediments and those under about 100-year mixed stand on the island Chełminek (mean values)

Nr odkrywki, rodzaj osadu Profil No, type of bottom sediment	Głębokość Depth (cm)	Poziomy glebowe Soil horizons	Składniki rozpuszczalne w mieszaninie stężonych kwasów HNO ₃ + HClO ₄ Content of elements soluble in the mixture of concentrated acids HNO ₃ + HClO ₄									
			g · kg ⁻¹ s.m (g · kg ⁻¹ d.m.)					mg · kg ⁻¹ s.m. (mg · kg ⁻¹ d.m.)				
			P	K	Mg	Na	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Fe
1,2,3	3–30	C	0,16	0,33	0,40	0,39	0,66	20,0	72,5	4,27	12,5	2782
Osady “świeżo” odłożone	30–60	C	0,39	0,44	0,59	0,21	0,52	25,1	107,3	2,81	12,5	2300
Recently sediments deposited	60–75	C	0,05	0,18	0,21	0,39	0,50	17,0	31,2	0,67	10,0	2950
	75–150	C	0,06	0,16	0,20	0,21	0,60	15,4	32,5	1,04	10,0	2330
4,5	p. zb.*		0,41	0,67	0,51	0,32	1,58	28,6	70,4	6,01	14,4	9872
Osady pod drzewostanem z przewagą drzew liściastych	3–15	Amu	0,22	0,70	0,40	0,34	1,23	35,4	68,2	4,53	15,2	11875
	15–30	AC	0,20	0,40	0,25	0,20	0,57	20,0	47,5	2,17	10,0	7750
Sediments under trees with a predominance of conifers	30–45	C	0,08	0,09	0,11	0,13	0,48	16,1	22,5	0,40	10,0	3425
	45–100	C	0,07	0,08	0,11	0,19	0,50	15,0	30,0	0,40	10,5	2950
6,7	p. zb.*		0,91	0,48	0,28	0,11	0,92	30,0	34,7	8,53	10,0	9437
Osady pod drzewostanem z przewagą drzew iglastych	3–20	Amu	1,07	0,46	0,31	0,12	0,88	25,7	119,5	7,48	11,3	9412
	20–30	AC	0,36	0,25	0,23	0,15	0,61	18,8	24,8	1,75	10,4	5625
Sediments under trees with a predominance of deciduous trees	30–70	C	0,07	0,08	0,10	0,08	0,57	10,1	8,5	1,50	10,0	3936
	70–120	Cgg	0,07	0,07	0,11	0,10	0,50	10,0	10,0	0,80	5,8	2687

*p.zb. – próbka zbiorcza – composite sample.

Oddziaływanie lasu na specyficzny substrat glebowy, jakim były piaszczyste osady denne, przyczyniło się więc do wytworzenia w profilu mniej lub bardziej wyraźnie wykształconych poziomów glebowych. Według Klasyfikacji gleb leśnych Polski (2000), gleby pod lasem w obrębie wyspy Chełmianek, mimo że materia organiczna nie tworzy połączeń mineralno-organicznych, należy zaliczyć do murszastych o budowie profilu Amu – AC – C – Cgg. Tworzą one typ siedliskowy lasu wilgotnego i lasu mieszanego wilgotnego. Natomiast według nowej Systematyki gleb Polski (2011), gleby te należy także zaliczyć do murszastych typowych znajdujących się jednak w ramach rzędu 7 – gleby czarnoziemne. W systematyce WRB występują jako Umbric Gleysol.

W wycenie IUNG (Liczby graniczne do wyceny zawartości makro- i mikroelementów w glebach 1990) badane osady piaszczyste na ogół posiadały niską zasobność w przyswajalny potas, niską do wysokiej w przyswajalny magnez oraz niską do bardzo wysokiej w przyswajalny fosfor (tab. 1). Na ten stan zwracali uwagę Niedźwiecki i in. (1989), charakteryzując pole refulacyjne Ostrów Grabowski. Oddziaływanie lasu spowodowało w poziomach profilu glebowego z zawartością materii organicznej, w porównaniu z osadami świeżo zdeponowanymi, wyraźny wzrost zawartości potasu przyswajalnego oraz potasu i fosforu rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów HNO_3 i HClO_4 . Natomiast osady świeżo odłożone wykazywały, na tle osadów pod lasem, większą zawartość sodu (tab. 1 i 2).

W świetle obowiązujących przepisów prawnych (Rozporządzenie Ministra Środowiska 2002 a, b) oraz zaleceń (Kabata-Pendias i in. 1995) badane osady piaszczyste nie są zanieczyszczone metalami ciężkimi. Ich zawartość zwiększa się z nagromadzeniem materii organicznej (Niedźwiecki i in. 1989, Niedźwiecki i Tran Van Chinh 1991, Protasowicki i Niedźwiecki 1995). Mimo niskiej zawartości metali ciężkich w osadach wyspy Chełmianek zalesienie spowodowało, w górnych poziomach profilu glebowego, zauważalne ich niewielkie nagromadzenie, zwłaszcza żelaza, kadmu, miedzi i ołowiu (tab. 2).

WNIOSKI

1. Zalesienie przed około 100-laty wyspy Chełmianek, uformowanej sztucznie z osadów dennych, roślinnością lasotwórczą spowodowało, wg Klasyfikacji gleb leśnych Polski, wytworzenie profilu glebowego o cechach gleb murszastych z poziomami Amu – Ac – C – Cgg.

2. Górna, piaszczysta część profilu glebowego, w obrębie drzewostanu, o miąższości 3–20 (30) cm, na tle osadów o podobnym uziarnieniu świeżo deponowanych, wykazywała nagromadzenie materii organicznej (w granicach $50,4\text{--}98,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), nasilenie zakwaszenia (pH_{KCl} do 3,1), zmniejszenie gęstości objętościowej (z $1,49\text{--}1,53$ do $0,84\text{--}1,24 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$) i zwiększenie pojemności wodnej maksymalnej objętościowej (z 35,3 do 45,8–53,6%).

3. Oddziaływanie lasu na piaszczyste osady denne spowodowało w górnych (do 30 cm głębokości) poziomach profilu glebowego z zawartością materii organicznej wyraźny wzrost zawartości przyswajalnego potasu oraz potasu i fosforu rozpuszczalnego w mieszaninie stężonych kwasów HNO_3 i HClO_4 .

PIŚMIENNICTWO

- Białecki T., Turek-Kwiatkowska L.** 1991. Szczecin Stary i Nowy. T. I i II, Szczecin.
- Bielińska E.J., Hury G.** 2009. Zastosowanie testów enzymatycznych do oceny jakości gleb porolnych zalesionych sosną zwyczajną. W: Tereny zdegradowane i rekultywowane – możliwości ich zagospodarowania pod redakcją S. Stankowskiego i K. Pacewicza. Wydaw. Polskie Towarzystwo Inżynierii Ekologicznej (PTIE) i Szczeciński Oddział PTIE, 7–15.
- Błońska E., Januszek K.** 2010. Wpływ składu gatunkowego drzewostanów na aktywność enzymatyczną i właściwości fizykochemiczne gleb leśnych. Roczn. Glebozn. T. LXI (2), 5–14.
- 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.
- Klasyfikacja gleb leśnych Polski.** 2000. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Krajowy Program Zwiększania Lesistości.** 2003. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Kutyna I., Niedźwiecki E., Malinowski R.** 2007. Pionierskie zbiorowiska roślinne na świeżo uformowanych piaszczystych osadach dennych w obrębie pola refulacyjnego Ostrów Grabowski w Szczecinie. Folia Univ. Agric. Stetin. Agric. Aliment. Pisc. Zootech. 253 (1), 53–64.
- Liczby graniczne do wyceny zawartości makro- i mikroelementów w glebach.** 1990 [w: Zalecenia nawozowe. Cz. I.], IUNG Puławy, 26.
- Munsell soil color charts.** 1954. Munsell color company inc. Baltimore, Maryland 21218, USA.
- Niedźwiecki E., Tran Van Chinh.** 1991. Chemical properties of bottom sediments on dumping areas near shipping lane Świnoujście-Szczecin. Polish J. Soil Sci. XXIV (2), 154–159.
- Niedźwiecki E., Tran Van Chinh, Bogda A., Chodak T.** 1995. Skład chemiczny i mineralogiczny osadów dennych na polach refulacyjnych toru wodnego Świnoujście-Szczecin. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 418 (2), 821–827.
- Niedźwiecki E., Tran Van Chinh, Koćmit A.** 1989. Zawartość metali ciężkich w osadach dennych i warzywach na polu refulacyjnym Ostrów Grabowski w Szczecinie. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie XLVII (139), 45–61.
- Olszewska M., Smal H.** 2008. The effect of afforestation with Scots pine (*Pinus silvestris* L.) of sandy post – arable soils on their selected properties. I. Physical and sorptive properties. Plant Soil 305, 157–169.
- Osiecimski R.** 1966. Rys historyczny powstania toru wodnego Szczecin – Świnoujście z punktu widzenia hydrotechnicznego. Wydaw. Instytutu Morskiego Nr II – 79, Gdańsk.
- Protasowicki M., Niedźwiecki E.** 1995. Zanieczyszczenie osadów dennych ujścia Odry metalami ciężkimi, w świetle wieloletnich badań. Zbiór prac pod red. naukową J.C. Chojnackiego i E.J. Pałygi „Europejski ład ekologiczny a problemy ochrony środowiska krajów nadbałtyckich”. Bibl. Fund. im J. Modrzejewskiego. Folia Human. 14 (6), 122–127.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska.** 2002a. W sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Z dnia 16 kwietnia DzU nr 55, poz. 497 i 498.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska.** 2002b. W sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Z dnia 9 września DzU nr 165, poz. 1359.
- Sagalski A., Stolarz J.** 1986. Rozmieszczenie i charakterystyka pól refulacyjnych utrzymywanych przez urząd Morski w Szczecinie. Mat. Symp. Erozyjnego nt. „Racjonalna gospodarka ochroną potencjału produkcyjnego gleb Pomorza Zachodniego”. (przewodnik po trasie konferencji terenowej). Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Katedra Gleboznawstwa Akademii Rolniczej w Szczecinie, 38–44.
- Sosnowska A.** 2011. Geochemiczne przekształcenia pokrywy glebowej pod wpływem zmian użytkowania ziemi (na przykładzie okolic Krasnegostawu). Prace i Studia Geograficzne, t. 46, 107–114.
- Systematyka gleb Polski.** 2011. Red. J. Marcinek, J. Komisarek. Wyd. 5, Roczn. Glebozn. LXII (3).

