

SKŁAD CHEMICZNY OSADÓW DENNYCH I ROŚLINNOŚCI ŁĄKOWEJ POŁA REFULACYJNEGO „KARSIBÓR C” I TERENÓW GĄSIERZYNA PRZY TORZE WODNYM ŚWINOUJŚCIE-SZCZECIN

*Edward Niedźwiecki*¹, *Mikołaj Protasowicki*³, *Maria Trzaskoś*²,
*Ryszard Malinowski*¹, *Edward Meller*¹

¹ Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie

² Katedra Łąkarstwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie

³ Katedra Toksykologii, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Bezpieczeństwo żeglugi statków wchodzących do portów w Szczecinie i Świnoujściu wymaga utrzymania 68 km toru wodnego do głębokości 10,5 m i szerokości 90 m. Nasilone procesy zamulania toru wynikają z: jego położenia w obszarze ujściowym Odry, płytkości Zalewu Szczecińskiego, przez który on przebiega oraz z pojawiania się w obrębie Zalewu w wyniku silnych wiatrów z północy, tzw. „cofki” wody morskiej. W zależności od stosowanej metody pogłębiania i konserwacji toru w ostatnich latach wydobywa się od 500 000 do 1 000 000 m³ urobku, który odkładany jest na terenach przyległych do Zalewu Szczecińskiego, nazywanych polami refulacyjnymi. Do najstarszych należą: nieeksploatowane już od dawna o powierzchni ok. 100 ha pole „Karsibór C” oraz obszar 420 ha Gąsierzyzna, zasilony w celu podniesienia jego żyzności w latach 1925–1935 warstwą namulów (przeważnie 30–50 cm, ale niekiedy i ponad 100 cm). Dominują na nich osady muliste (organiczno-mineralne), wykazujące 10–20% strat podczas wyzarzania. Obszary te od wielu lat stanowią przeważnie trwałe użytki zielone.

W latach powojennych, wartością użytkową namulów z toru wodnego Świnoujście-Szczecin najwcześniej zainteresowali się PONDEL [1959] oraz PI SZCZEK i in. [1961, 1965].

Z opracowania PI SZCZKA i in. [1961] wynika, że 70–80 lat temu na gleby piaszczyste słabo wykształcone oraz na gleby mineralno-murszaste i torfowo-murszowe o małej wartości rolniczej w okolicy Gąsierzyzna wprowadzono warstwę namulów, co przyczyniło się do zwiększenia plonów m.in. żyta, ziemniaków i owsa o 50–60%, w porównaniu z terenami nieobjętymi procesem refulowania.

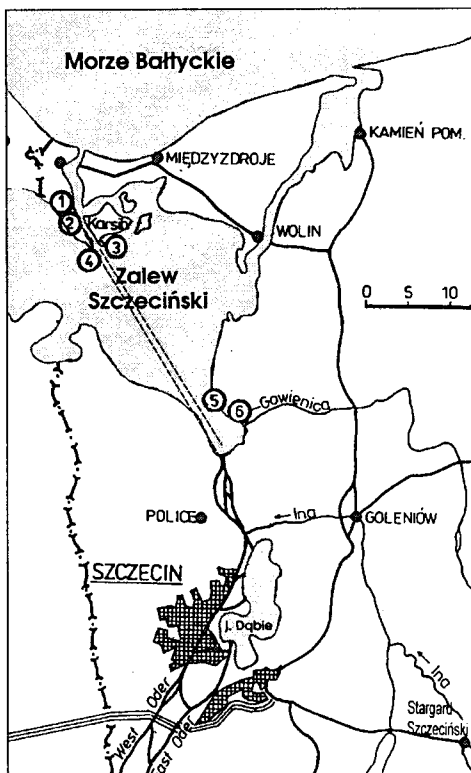
Badania PONDLA [1959] dotyczyły właściwości chemicznych osadów, odkładanych w latach 1950–1959 w obrębie pola refulacyjnego „Karsibór C”. Autor ten stwierdził, że są one bardzo zasobne w materię organiczną, magnez oraz fosfor i mogą być wykorzystywane do uzdatniania przyległych do Zalewu Szczecińskiego piaszczystych gruntów, m.in. do celów ogrodniczych.

Jednakże aktualne wyniki badań NIEDŹWIECKIEGO i in. [1989], NIEDŹWIECKIEGO i TRAN [1991], PROTASOWICKIEGO i NIEDŹWIECKIEGO [1991, 1995] oraz PROTASOWICKIEGO i in. [1998, 1999], poza potwierdzeniem wysokiej zawartości makroelementów w osadach mulistych, wykazują także znaczną (a niekiedy wysoką) koncentrację w nich metali ciężkich. To ogranicza, a niekiedy uniemożliwia wykorzystanie ich do celów rolniczych.

Celem pracy jest ocena składu chemicznego osadów mulistych i porastającej je roślinności łąkowej, występującej na polu refulacyjnym „Karsibór C” oraz na użyźnionych osadami terenach Gąsierzyna.

Materiały i metodyka

Na polu refulacyjnym „Karsibór C” (rys. 1, obiekt nr 3) w obrębie osadów mulistych wykonano 6 odkrywek i z poszczególnych ich warstw pobrano próbki do badań laboratoryjnych. Dodatkowo z powierzchniowej warstwy tego pola pobrano 13 próbek zbiorczych osadów i 13 próbek zbiorczych roślinności łąkowej.



1 – Karsibór B, 2 – Karsibór A, 3 – Karsibór C, 4 – Karsibór D, 5 – Chelminek, 6 – teren Gąsierzyna (3 i 6 obszary badań; 3 and 6 – investigated areas)

Rys. 1. Rozmieszczenie pól refulacyjnych przy torze wodnym Świnoujście-Szczecin
 Fig. 1. Distribution of the dumping areas at the Świnoujście-Szczecin water

Natomiast na terenach wzbogaconych warstwą osadów w Gąsierzynie, użytkowanych jako łąki, wykonano 5 odkrywek glebowych oraz do celów porównawczych dodatkowo jedną odkrywkę na użytkach zielonych nieobjętych procesem refulowania. Ponadto z powierzchniowej (0–30 cm) warstwy tego obszaru pobrano także 8 próbek zbiorczych (w tym 2 próbki z terenu bez osadów refulacyjnych). Łącznie analizami objęto 54 próbki osadów, 6 próbek glebowych i 25 próbek roślinności łąkowej.

W pobranych próbkach osadów i gleby oznaczono: pH – metodą potencjometryczną, straty przy wyżarzaniu – spalając próbkę w 550°C, ogólną zawartość azotu, węgla i siarki – przy użyciu analizatora elementarnego firmy Costech (CHNS). Zawartość makroskładników (K, P, Mg, Ca, Na) oraz metali ciężkich (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, Fe) w próbkach osadów, gleby i roślinności oznaczono, po zmineralizowaniu wymienionych materiałów w mieszaninie stężonych kwasów $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$, stosując spektrofotometr absorpcji atomowej Solarar 929.

Wyniki i dyskusja

Badane osady muliste zarówno pola refulacyjnego „Karsibór C”, jak i zdeponowane na terenach Gąsierzyna charakteryzują się stosunkowo trwałym okresem zalegania na wymienionych obiektach i podobnym charakterem użytkowania (przeważnie jako użytki zielone). Aktualnie wykazują one (tab. 1, 3) porównywalną zawartość materii organicznej (średnio 15,4–19,2%) oraz silne zakwaszenie (pH_{KCl} przeważnie od 3,4 do 5,5), a sporadycznie stwierdzany, w obrębie Gąsierzyna w powierzchniowej warstwie, odczyn obojętny, jest wynikiem stosowania wapnowania przez użytkowników terenu. Tak silne zakwaszenie w osadach mulistych na dnie akwenu przyległych do Zalewu Szczecińskiego stwierdza NIEDŹWIECKI i in. [1998]; ujawniało się ono w głębszych warstwach osadów w przypadku nagromadzenia się w nich materii organicznej, związków siarki i żelaza.

Natomiast większe zróżnicowanie stwierdzono przy porównywaniu w obu badanych obiektach makroskładników rozpuszczalnych w $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$. Powierzchniowa warstwa osadów (0–30 cm) na polu refulacyjnym „Karsibór C” wykazywała ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. osadu) następujące ilości makroskładników: azotu od 4,90 do 9,78 (średnio 7,52), siarki od 1,04 do 2,01 (średnio 1,69), potasu od 2,79 do 6,87 (średnio 4,76), fosforu od 0,78 do 3,62 (średnio 2,30), magnezu od 2,50 do 5,00 (średnio 3,84), wapnia od 3,39 do 4,97 (średnio 4,07) oraz sodu od 0,17 do 1,82 (średnio 0,43). Podobna (0–30 cm) powierzchniowa warstwa osadów na terenach Gąsierzyna zawierała mniejsze ilości ogólnego azotu, a zwłaszcza fosforu (tab. 3). W ogólnym jednak ujęciu badane osady denne były bardziej zasobne w ogólne formy potasu, magnezu oraz sodu, aniżeli np. torfowo-murszowe gleby doliny rzeki Iny [NIEDŹWIECKI i in. 2002], bądź gleby organiczne bez refulatów występujące w Gąsierzynie w sąsiedztwie terenów wzbogaconych osadami (tab. 3). Zawartość pierwiastków śladowych w powierzchniowej (0–30 cm) warstwie pola refulacyjnego „Karsibór C” średnio kształtowała się następująco: kadm 6,30; ołów 206,4; cynk 993,4; miedź 60,7; nikiel 40,7; kobalt 40,1; mangan 2741,8 oraz żelazo 53380 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. osadu. Na tym tle osady terenów Gąsierzyna wykazywały, z wyjątkiem cynku i miedzi, mniejszą zawartość metali ciężkich (tab. 2, 4). Ukazane ich zawartości świadczą o znacznym zanieczyszczeniu osadów, głównie

Tabela 1; Table 1

Odczyn, materia organiczna oraz zawartość makroskładników rozpuszczalnych w stężonych kwasach $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ w osadach dennych zdeponowanych na polu refulacyjnym „Karsibór C”

Reaction, organic matter content and content of macroelements soluble in concentrated acids $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ in bottom sediments deposited on dumping „Karsibór C” area

Głębokość Depth (cm)	Ilość analizowanych próbek Number of analysed samples	pH_{KCl}	Wartość Values	Materia organiczna Organic matter	N	S	K	P	Ca	Mg	Na
				(%)	(g·kg ⁻¹)						
0–30	25	3,4–5,0	×	16,8	7,52	1,69	4,76	2,30	4,07	3,84	0,43
			min.	10,1	4,90	1,04	2,79	0,78	3,32	2,50	0,17
			maks.; max.	22,1	9,78	2,01	6,87	3,62	4,97	5,00	1,83
			S	3,1	1,36	0,35	1,21	0,78	0,50	0,74	0,36
30–60	7	3,4–5,5	×	16,8	8,11	n.o.	4,51	2,64	4,24	4,44	0,71
			min.	10,7	6,56	n.o.	3,88	0,70	3,20	4,13	0,36
			maks.; max.	19,1	10,29	n.o.	5,18	3,49	4,90	4,75	1,08
			S	3,1	1,32	n.o.	0,45	1,03	0,66	0,27	0,31
60–100	6	4,4–5,5	×	15,4	8,11	n.o.	3,94	1,54	3,91	4,81	0,96
			min.	11,6	6,39	n.o.	2,79	0,70	3,18	4,25	0,32
			maks.; max.	18,6	9,78	n.o.	7,37	2,31	4,40	5,63	1,43
			S	2,6	1,13	n.o.	1,78	0,54	0,42	0,47	0,50

Objaśnienia; Explanations

n.o. nie oznaczono; not determined

× wartości średnie; mean values

S odchylenie standardowe; standard deviation

Tabela 2; Table 2

Zawartość metali ciężkich w osadach dennych zdeponowanych na polu refulacyjnym „Karsibór C”
Content of heavy metals in bottom sediments deposited on dumping „Karsibór C” area

Głębokość Depth (cm)	Ilość analizowanych próbek Number of analysed samples	Wartość Values	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Fe
			(mg·kg ⁻¹)						(g·kg ⁻¹)	
0–30	25	̄	6,30	206,4	993,4	60,7	40,7	40,1	2,74	53,38
		min.	2,90	136,0	700,0	37,5	21,4	21,0	1,95	34,39
		maks.; max.	10,00	265,0	1300,0	74,9	60,0	70,0	3,50	68,00
		S	2,21	28,9	167,6	11,6	11,2	12,2	0,35	8,39
30–60	7	̄	9,59	240,0	1188,6	71,6	54,9	57,1	3,02	59,16
		min.	6,48	200,0	875,0	60,4	50,0	48,5	2,53	54,25
		maks.; max.	14,55	290,0	1475,0	81,4	60,0	65,0	3,60	66,25
		S	2,77	43,7	270,0	8,3	3,7	5,7	0,49	4,28
60–100	6	̄	9,31	212,0	1558,8	52,5	52,5	55,9	2,00	50,25
		min.	7,30	165,0	1150,0	41,5	44,5	40,0	1,68	38,75
		maks.; max.	10,40	270,0	2125,0	66,0	60,0	95,0	2,33	62,88
		S	1,39	46,6	409,0	11,3	6,7	26,2	0,27	9,95

Objaśnienia; Explanations

̄ wartości średnie; mean values

S odchylenie standardowe; standard deviation

Tabela 3; Table 3

Odczyn, materia organiczna oraz zawartość makroskładników rozpuszczalnych w stężonych kwasach $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$
w osadach dennych na terenach Gąsierzyna

Reaction, organic matter content and content of macroelements soluble in concentrated acids $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$
in bottom sediments on Gąsierzyna area

Głębokość Depth (cm)	Ilość analizowanych próbek Number of analysed samples	pH_{KCl}	Wartość Values	Materia organiczna Organic matter	N	S	K	P	Mg	Na
				(%)						
0-30	11	3,3-7,3	\bar{x}	19,2	5,35	1,93	4,63	0,58	3,95	0,32
			min.	5,3	3,02	0,87	2,91	0,24	2,50	0,17
			maks.; max.	38,8	9,13	4,04	6,99	1,08	6,48	0,57
			S*	12,0	2,44	1,18	1,88	0,28	1,91	0,18
Gleba bez osadów Soil without sediments		3,5-4,8	\bar{x}	47,1	11,0	2,61	1,20	0,32	0,66	0,13
30-60	5	3,4-5,3	\bar{x}	16,4	9,02	n.o.	6,21	0,62	5,27	0,48
			min.	10,7	4,82	n.o.	5,36	0,26	3,79	0,39
			maks.; max.	26,3	13,50	n.o.	7,06	1,06	6,92	0,64
			S*	7,0	4,16	n.o.	0,74	0,32	1,38	0,10
Gleba bez osadów Soil without sediments		4,6-6,0	\bar{x}	55,3	12,93	n.o.	0,37	0,26	0,73	0,20

Objaśnienia; Explanations

n.o. nie oznaczono; not determined

\bar{x} wartości średnie; mean values

S* odchylenie standardowe; standard deviation

Tabela 4; Table 4

Zawartość metali ciężkich w osadach dennych na terenach Gąsierzyna
Content of heavy metals in bottom sediments on Gąsierzyno area

Głębokość Depth (cm)	Ilość analizowanych próbek Number of analysed samples	Wartość Values	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Fe
			(mg·kg ⁻¹)						(g·kg ⁻¹)	
0–30	11	̄	5,11	150,8	1291,6	59,2	23,0	34,1	1,81	37,27
		min.	3,55	94,2	196,7	33,0	11,2	14,4	0,71	26,91
		maks.; max.	6,15	237,0	2657,5	100,7	38,8	61,1	3,36	70,15
		S	1,87	66,8	1074,9	31,3	12,6	21,0	1,23	16,32
Gleba bez osadów Soil without sediments		̄	0,30	30,0	39,4	5,4	4,0	4,1	0,09	5,20
30–60	5	̄	8,33	95,0	1805,0	59,8	30,8	29,1	1,44	52,04
		min.	4,20	21,2	290,0	15,2	16,7	9,7	0,28	14,62
		maks.; max.	11,80	166,6	3437,0	100,1	41,7	57,2	3,25	83,98
		S	3,63	73,0	1391,3	42,1	11,1	21,6	1,31	29,24
Gleba bez osadów Soil without sediments		̄	0,10	11,3	31,3	4,9	6,0	5,3	0,05	7,25

Objaśnienia; Explanations

̄ wartości średnie; mean values

S odchylenie standardowe; standard deviation

kadmem, ołowiem i cynkiem [MONITOR POLSKI 1986; KABATA-PENDIAS 1989; ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA 2002b]. W świetle granicznych zawartości opracowanych przez KABATĘ-PENDIAS i in. [1993] badane osady wykazują, głównie ze względu na zawartość cynku, silne zanieczyszczenie. Według kryteriów geochemicznych [BOJAKOWSKA, SOKOŁOWSKA 1998] oraz włoskiej klasyfikacji osadów portowych [CARIOCCIA i in. 1992], badane osady należy zaliczyć do III^o zanieczyszczenia. Natomiast według ROZPORZĄDZENIA MINISTRA ŚRODOWISKA [2002a], w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony, ustalenie stopnia zanieczyszczenia badanych osadów, w oparciu o uzyskane wyniki, jest trudne, gdyż do ekstrakcji składników z próbek osadów zalecany jest roztwór kwasu solnego (1 + 4).

Omawiane pole refulacyjne „Karsibór C”, po zaprzestaniu deponowania osadów stanowiło do 1990 roku trwały użytek zielony średniej wartości rolniczej (IV, V klasa bonitacyjna, kompleks przydatności rolniczej 2 z).

Przeprowadzone w 1987 roku badania szaty roślinnej wykazały, że dominowały w niej trawy (ok. 88,4%), przy niskim udziale gatunków małowartościowych (*Phragmites australis*, *Calamagrostis epigejos* i *Deschampsia caespitosa*). W grupie ziół i chwastów, które stanowiły 10,5% runi, występowało wiele gatunków łąkowych (*Cerastium vulgatum*, *Rumex acetosa*, *Urtica dioica* i inne).

Tabela 5; Table 5

Skład florystyczny runi I pokosu (%) w 1987 roku i po 12 latach od zaprzestania użytkowania na osadach dennych zdeponowanych na polu refulacyjnym „Karsibór C”

Floristic composition of the first cut sward (%) on bottom sediments deposited on dumping site „Karsibór C” in 1987 and after 12 following years

Trawy; Grasses		Lata; Years	
		1987	2004
		typ florystyczny; floristic type	
		<i>Agropyron repens</i> + <i>Poa trivialis</i>	<i>Phragmites australis</i> + <i>Agropyron repens</i>
Perz właściwy	<i>Agropyron repens</i>	29,02	34,20
Trzcina pospolita	<i>Phragmites australis</i>	3,12	42,65
Wiechlina zwyczajna	<i>Poa trivialis</i>	24,65	0,82
Kostrzewa czerwona	<i>Festuca rubra</i>	2,08	0,16
Rajgras wyniosły	<i>Arrhenatherum elatius</i>	0,17	3,95
Tymotka łąkowa	<i>Phleum pratense</i>	0,94	0,26
Wiechlina błotna	<i>Poa palustris</i>	10,02	2,98
Wiechlina łąkowa	<i>Poa pratensis</i>	5,90	0,89
Trzcinnik lancetowaty	<i>Calamagrostis canescens</i>	2,13	8,53
Wyczyniec łąkowy	<i>Alopecurus pratensis</i>	0,97	0,03
Inne trawy; Other grasses		9,38	1,83
Razem trawy; Total grasses		88,38	96,30
Motylkowate; Leguminous		1,08	–
Zioła i chwasty; Herbs and weeds		10,54	3,70

Od 12 lat zaprzestano użytkowania omawianego obiektu, co w sposób zasadniczy zmieniło skład florystyczny runi. Szata roślinna została zdominowana przez trzcinę pospolitą (*Phragmites australis*) i perz właściwy (*Agropyron repens*), których udział w runi kształtował się średnio: 42,7% i 34,2% (tab. 5). Z runi wypadły gatunki wartościowe jak *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*, bądź zmniejszyły znacznie swój udział: *Poa trivialis*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, zaliczane do gatunków dobrych i bardzo dobrych. Ponadto zaczęły rozwijać się zarośla drzewiaste.

Stwierdzona po 12 latach od zaprzestania użytkowania tak silna degradacja dowodzi istotności wpływu użytkowania na wartość gospodarczą runi i trwałość użytków zielonych. Podobne przemiany zbiorowisk, zachodzące w dolinach rzecznych po wyłączeniu łąk z użytkowania, opisywał CZYŻ i in. [1999] oraz CZYŻ i JAKUBOWSKI [1999].

W składzie florystycznym runi obiektu Gąsierzyno, w zależności od uwilgotnienia siedliska, funkcje dominanty przejęły: *Poa trivialis*, *Deschampsia caespitosa* oraz *Phalaris arundinacea*, tworząc odpowiednie zbiorowiska (tab. 6). W odniesieniu do całego analizowanego kompleksu, przeciętny skład florystyczny, oprócz gatunków budujących zbiorowiska, reprezentowały gatunki: *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Poa palustris*, *Phragmites australis*, *Juncus effusus*, *Ranunculus acer* i *Rumex crispus* i inne. Występowanie gatunków o zróżnicowanych wymaganiach wilgotnościowych wskazuje na nieustabilizowane warunki siedliskowe. Taką zależność zaobserwowali także KRYSZAK i in. [2004]. W efekcie skład florystyczny obiektu podlegał dynamicznym zmianom, jednakże z sukcesją postępującą w kierunku *Poa trivialis*, a także *Deschampsia caespitosa* i *Juncus effusus*, związaną z niewłaściwym użytkowaniem runi. Według ŁYDUCHA [1974] wykształceniu się zbiorowiska typu *Deschampsia caespitosa* sprzyja niewłaściwe użytkowanie i duża zmienność warunków wodnych. Zwiększanie się udziału *Juncus effusus* w zbiorowisku z *Poa trivialis* zawdzięczać należy stosowanym wypasom na zbyt mokrej glebie.

Tabela 6; Table 6

Udział grup roślin (%) w runi badanych zbiorowisk roślinnych na obiekcie Gąsierzyno
Participation of plant groups (%) in investigated plant communities
at the Gąsierzyno object

Typ florystyczny; Floristic type	Trawy Grasses	Turzyce i sity; Sedges and rushes	Motylkowate Leguminous	Ziola i chwasty; Herbs and weeds
<i>Poa trivialis</i> + <i>Juncus effusus</i>	40,8	51,0	–	8,2
<i>Deschampsia caespitosa</i>	68,0	–	1,9	32,0
<i>Poa trivialis</i>	84,3	1,8	–	13,9
<i>Phalaris arundinacea</i>	95,8	0,3	–	3,9
Średnio; Mean	72,2	13,2	0,10	14,5

Z omawianych użytków zielonych pobrano roślinność łąkową do analiz chemicznych i uzyskane wyniki zamieszczono w tab. 7. Zdaniem FALKOWSKIEGO i in. [2000] optymalna zawartość składników pokarmowych w sianie powinna wynosić P – 0,3; K – 1,7; Mg – 0,25; Ca – 0,7; Na – 0,20% suchej masy. Na tym tle w analizowanych próbkach roślinności zarówno z pola refulacyjnego „Karsibór C”, reprezentujących ruń ogólną, perz właściwy (*Agropyron repens*) i trzcinę pospolitą

Zawartość makroskładników i metali ciężkich w roślinności łąkowej porastającej pole refulacyjne „Karsibór C” i gleby terenu Gąsierzyna
Content of macroelements and heavy metals in meadow vegetation on dumping area „Karsibór C” and on soils of Gąsierzyno area

Wartości Values	K	P	Ca	Mg	Na	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Mn	Fe
	(g·kg ⁻¹)					(mg·kg ⁻¹)						
Pole refulacyjne „Karsibór C”; Dumping area „Karsibór C”												
Ruń; Sward												
̄	15,1	2,08	4,15	1,22	0,21	0,50	1,88	212,6	27,1	1,35	145,7	221,4
Min.	11,5	1,80	3,52	0,93	0,12	0,14	1,20	141,7	9,1	0,92	87,2	66,4
Maks.; Max.	17,7	3,01	4,98	1,97	0,35	1,30	4,30	267,0	95,3	1,75	237,7	761,4
S	2,3	0,46	0,64	0,39	0,10	0,45	1,19	47,2	33,6	0,34	59,7	268,6
Perz właściwy – <i>Agropyron repens</i>												
̄	16,0	1,94	4,44	1,15	0,07	0,37	1,86	214,5	23,7	1,23	128,1	259,5
Min.	12,4	1,61	3,02	0,78	0,03	0,15	0,85	171,5	9,3	0,84	76,4	73,7
Maks.; Max.	21,2	2,99	5,80	2,07	0,24	0,63	4,10	278,6	58,5	1,78	197,3	585,0
S	2,8	0,47	0,93	0,44	0,08	0,14	1,14	37,8	18,7	0,29	38,1	227,0
Trzcina pospolita – <i>Phragmites australis</i>												
̄	13,3	2,05	3,76	1,18	0,38	0,07	1,38	173,7	10,0	1,08	96,6	61,8
Min.	9,9	1,78	2,91	0,88	0,24	0,02	0,75	87,3	7,6	0,53	65,6	50,8
Maks.; Max.	14,9	2,22	4,48	1,40	0,58	0,20	1,90	249	11,9	1,35	124,4	70,6
S	1,9	0,15	0,61	0,21	0,14	0,07	0,50	53,4	1,8	0,32	24,3	7,4
Teren Gąsierzyna – gleby użyźnione osadami dennymi; Gąsierzyno area – soils fertilized with bottom sediments												
Ruń; Sward												
̄	25,0	n.o.	3,22	0,97	0,11	0,40	n.o.	105,1	8,2	2,23	153,0	149,2
Min.	22,0	n.o.	2,38	0,89	0,00	0,05	n.o.	81,2	7,7	1,40	16,2	115,6
Maks.; Max.	28,6	n.o.	4,01	1,06	0,21	0,65	n.o.	145,5	9,2	3,40	386,5	213,5
S	3,0	n.o.	0,81	0,09	0,10	0,31	n.o.	35,2	0,8	1,04	203,2	55,7
Teren Gąsierzyna – gleby bez osadów dennych; Gąsierzyno area – soils without bottom sediments												
Ruń; Sward												
̄	27,2	n.o.	3,70	1,03	0,19	0,15	n.o.	46,5	5,6	1,20	273,7	191,5

Objaśnienia; Explanations

n.o. nie oznaczono; not determined

̄ wartości średnie; mean values

S odchylenie standardowe; standard deviation

(*Phragmites australis*), jak i w próbkach z terenu Gąsierzyna stwierdzono niską zawartość fosforu, wapnia, magnezu i sodu, natomiast właściwą, zwłaszcza w roślinności Gąsierzyna, zawartość potasu. Ten niedoborowy stan makroelementów w paszy, przy korzystnej ogólnej ich zawartości w osadach świadczy o silnym związaniu wymienionych składników z materią organiczną i frakcjami ilastymi osadów.

W literaturze poświęconej ocenie zapotrzebowania zwierząt na zawartość mikroelementów w paszy, zdaniem PREŚ i KINAL [1996], normy ustalane są na drodze eksperymentalnej, w przybliżeniu przez pozorną absorpcję i retencję. W praktyce według tych autorów potrzeby na mikroelementy ustalane są szacunkowo. Stąd też w poszczególnych zaleceniach występują znaczne różnice. W ocenie wartości paszy jako normę polską dla krów podaje się 50 mg Zn·kg⁻¹ s.m. i 10 mg Cu·kg⁻¹ s.m. Zalecenia niemieckie [za PREŚ i KINAL 1996] wynoszą dla cynku 50, miedzi 4–10, żelaza 50–100 mg·kg⁻¹ s.m. GORLACH [1991] podaje jako wartość optymalną dla manganu 40–60 mg·kg⁻¹ s.m., a dla kadmu do 0,5 mg·kg⁻¹ s.m. Natomiast KABATA-PENDIAS i PIOTROWSKA [1984] podają, że najczęściej spotykane wartości pierwiastków śladowych w trawach (w stadium przed kwitnieniem) wynoszą dla: kadmu – 0,2; miedzi – 6,0; cynku – 40; niklu – 0,9 i manganu 150 mg·kg⁻¹ s.m. Porównując przytoczone dane z wynikami badań własnych (tab. 7) uwidacznia się w runi nadmiar cynku, miedzi i żelaza oraz sporadycznie nadmiar kadmu i manganu.

Wnioski

1. Pomimo upływu 45 lat od zdeponowania mulistych osadów dennych z pogłębiania toru wodnego Świnoujście-Szczecin na polu refulacyjnym „Karsibór C” i 70 lat na terenach Gąsierzyna, osady te nadal wykazują wysoką zawartość metali ciężkich, zwłaszcza kadmu, ołowiu, cynku i miedzi.
2. Ruń łąkowa tych obiektów wykazuje niską zawartość fosforu, wapnia, magnezu i sodu oraz nadmiar cynku, miedzi i żelaza, a sporadycznie kadmu i manganu.

Literatura

- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G. 1998. *Geochemiczne klasy czystości osadów wodnych*. Przegląd Geologiczny 46(1): 49–54.
- CARIOCCHIA A., CHIAVARINI S., CREMISINI M., FANTINI M., MORABITO R. 1992. *Monitoring program for evaluation of the pollution level of the italian harbour sediments*. Inter. Symp., Environ. Contamination in Central and Eastern Europe. Budapest, 12–16 X 1992: 542–544.
- CZYŻ H., GOS A., KITCZAK T., TRZASKOŚ M. 1999. *Charakterystyka szaty roślinnej odłogowanych łąk w dolinie dolnej Warty*. Fol. Univ. Agric. Stetin. 197, Agricultura 75: 55–58.
- CZYŻ H., JAKUBOWSKI P. 1999. *Charakterystyka zbiorowisk łąkowych w dolinie Warty*. Fol. Univ. Agric. Stetin. 197, Agricultura 75: 49–54.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S. 2000. *Właściwości chemiczne roślin łąkowych*. AR w Poznaniu: 132 ss.

- GORLACH E. 1991. Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach pastewnych jako miernik ich wartości. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262, Scs. Nauk. 34, cz. I: 13–22.
- KABATA-PENDIAS A. 1989. Zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi gleb użytków rolnych, w: *Wybrane zagadnienia związane z chemicznym zanieczyszczeniem gleb*. Zbiór studiów PAN, Kom. Nauk. Przy Prezyd. PAN „Człowiek i Środowisko”, Ossolineum: 69–81.
- KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTRKOWSKA M., TERELAK H., WITEK T., 1993. Ocena zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. IUNG, Puławy, Ser. P(53): 20 ss.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M. 1984. *Zanieczyszczenie gleb i roślin uprawnych pierwiastkami śladowymi*. Centralna Biblioteka Rolnicza, Warszawa: 5–27.
- KRYSZAK A., GRYNIA M., KRYSZAK J., BUDZIŃSKI M., GRZELAK M. 2004. Zmiany różnorodności florystycznej nadwarciańskich łąk zalewanych. Wyd. IMUZ, Falenty, Woda, Środowisko, Obszary Wiejskie T 4, 1(10): 209–218.
- ŁYDUCH L. 1974. Charakterystyka geobotaniczna łąk śmiółkowych na glebach węglanowych woj. szczecińskiego. Zesz. Nauk. AR w Szczec., Ser. Rol. 48: 159–169.
- MONITOR POLSKI 1986. Zarządzenie Ministra Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych z dnia 7 lipca 1986 r. w sprawie rolniczego wykorzystania ścieków. MP nr 23, poz. 170.
- NIEDŹWIECKI E., PROTASOWICKI M., POLESZCZUK G. 1998. Zakwaszenie osadów dennych jeziora Nowowarpińskiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 456: 273–277.
- NIEDŹWIECKI E., TRAN VAN CHINH 1991. *Chemical properties of bottom sediments on dumping areas near shipping lane Świnoujście-Szczecin*. Polish Journal of Soil Science XXIV(2): 153–159.
- 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 139, Rol. XLVII: 45–61.
- NIEDŹWIECKI E., TRZASKOŚ M., KOĆMIT A., MELLER E. 2002. Oddziaływanie melioracji i zmiennego nałężenia pratolechniki na właściwości gleb organicznych i zbiorowiska roślinne w dolinie rzeki Iny. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 484: 409–423.
- PISZCZEK J., CHUDECKI Z., GREINERT H. 1965. Niektóre właściwości namułów z dna toru wodnego Szczecin-Świnoujście. Zesz. Nauk. WSR w Szczecinie 18: 172–176.
- PISZCZEK J., CHUDECKI Z., KWARTA CZ. 1961. Gleby początkowego stadium rozwojowego powstające z namułów wydobytych z Zalewu Szczecińskiego. Zesz. Nauk. WSR w Szczecinie 5: 3–25.
- PONDEL H. 1959. Wartość użytkowa namułów z dna toru wodnego Szczecin-Świnoujście. Roczn. Glebozn. 2: 232–238.
- PREŚ J., KINAL S. 1996. Aktualne spojrzenie na sprawę zaopatrzenia zwierząt w mikroelementy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434, cz. II: 1043–1061.
- PROTASOWICKI M., NIEDŹWIECKI E. 1991. Zagrożenia ekologiczne w strefie ujścia Odry ze szczególnym uwzględnieniem metali ciężkich. Pollutans in Environment nr 1, mat. symp. Olsztyn-Mierki. ART., Katedra Chemii, Olsztyn: 3–5.
- PROTASOWICKI M., NIEDŹWIECKI E. 1995. Zanieczyszczenie osadów dennych ujścia Odry metalami ciężkimi w świetle wieloletnich badań, w: *Europejski ład ekologiczny*

a problemy ochrony środowiska krajów nadbałtyckich. J.C. Chojnacki, E.J. Pałyga (red.): 122–127.

PROTASOWICKI M., NIEDŹWIECKI E., CIERESZKO W., PERKOWSKA A., MELLER E. 1999. *The comparison of sediment in the area of Estuary and the lower course of Odra before and after the flood of summer 1997.* Acta Hydrochimica et Hydrobotanica 27(5), WILEY-VCH Verlag GmbH, D-69451 Weinheim: 338–342.

PROTASOWICKI M., NIEDŹWIECKI E., PERKOWSKA A. 1998. *Trace elements in bottom sediments from Świnoujście harbour of fishery resources in Polish and German waters of the Szczecin Lagoon and Pomeranian Bay.* Proceedings of Polish-German Symposium – Świnoujście, 12–20 IX 1996. Sea Fisheries Institute, Gdynia: 58–67.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA 2002a. *W sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony.* Z dnia 16 kwietnia, Dz.U. nr 55, poz. 497 i 498.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA 2002b. *W sprawie standardów jakości ziemi.* Z dnia 9 września, Dz.U. nr 165, poz. 1359.

Słowa kluczowe: osady dennie, pola refulacyjne, skład chemiczny, roślinność łąkowa, metale ciężkie

Streszczenie

W pracy ukazano skład chemiczny osadów dennych zdeponowanych w latach 1950–1959 na polu refulacyjnym „Karsibór C” oraz skład chemiczny gleb w obrębie Gąsierzyna, użyźnionych podobnymi osadami w latach 1925–1935. Obiekty te stanowiły trwałe użytki zielone, a w ostatnich 12 latach są odłogowane bądź sporadycznie użytkowane. Badania wykazały w osadach wysoką zawartość metali ciężkich, zwłaszcza kadmu, ołowiu i miedzi.

Ponadto określono skład botaniczny i chemiczny roślinności, wykazując w runi niską zawartość fosforu, wapnia, magnezu i sodu przy nadmiarze cynku, miedzi i żelaza oraz sporadycznie kadmu i manganu.

CHEMICAL COMPOSITION OF BOTTOM SEDIMENTS AND MEADOW VEGETATION ON „KARSIBÓR C” DUMPING AREA AND WITHIN THE AREAS LOCATED IN VICINITY OF GAŚIERZYNO NEARLY THE ŚWINOUJŚCIE-SZCZECIN SHIPPING LINE

Edward Niedźwiecki¹, Mikołaj Protasowicki³, Maria Trzaskoś², Ryszard Malinowski¹, Edward Meller¹

¹Department of Soil Science, Agricultural University, Szczecin

²Department of Grassland, Agricultural University, Szczecin

³Department of Toxicology, Agricultural University, Szczecin

Key words: bottom sediments, dumping areas, chemical composition, meadow vegetation, heavy metals

Summary

Paper presented chemical composition of the bottom sediments deposited on dumping area „Karsibór C” during years 1950–1959 as well as the chemical composition of soil within the area of Gąsierzyno village which were fertilized using similar bottom sediments in years 1925–1935. Both objects were used as the permanent grassland, however during last 12 years were fallowed or sporadically used.

The analyses showed high contents of heavy metals, especially cadmium, lead, zinc and copper, in bottom sediments. Moreover, the botanical and chemical composition of meadow vegetation were determined. The results indicated low contents of phosphorus, calcium magnesium and sodium and excess of zinc, copper, iron and sporadically cadmium and manganese, in the sward.

Prof. dr hab. Edward **Niedźwiecki**
Katedra Gleboznawstwa
Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17
71-434 SZCZECIN
e-mail: kgleb@agro.ar.szczecin.pl