

ODDZIAŁYWANIE NIELEGALNYCH WYSYPISK ŚMIECI W PÓŁNOCNOZACHODNIEJ CZĘŚCI GMINY BARLINEK NA ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W GLEBIE

Kamil Szydłowski¹, Joanna Podlasińska¹

¹ Katedra Ekologii, Ochrony i Kształtowania Środowiska, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Jana Styki 14/6, 71-138 Szczecin, e-mail: Kamil.Szydowski@zut.edu.pl, Joanna.Podlasinska@zut.edu.pl

STRESZCZENIE

Z spośród 17 zinwentaryzowanych „dzikich wysypisk” zlokalizowanych na terenie gminy Barlinek badaniami objęto 6 nielegalnych wysypisk. Próbkę pobierano ze środkowej części wysypiska oraz 5 m od wysypiska w dwóch kierunkach N i S. W pobranym materiale oznaczono pH, ołów, cynk, kadm, kobalt, mangan, nikiel, chrom, żelazo, miedzi oraz rtęć. Wyniki analiz laboratoryjnych porównano do obowiązującej normy (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi Dz.U. Nr 165, poz., 1359 z dnia 4 października 2002 r.) oraz do podziału gleb pod względem zawartości metali ciężkich zaproponowanymi przez Kabatę-Pendias i in. Powodem zróżnicowania zawartości metali ciężkich w poszczególnych próbkach glebowych jest zróżnicowany skład morfologiczny deponowanych odpadów na „dzikich” składowiskach. Jednakże odpady składowane na „dzikich” wysypiskach nie wpłynęły znacząco na zanieczyszczenie gleb przez metale ciężkie. W większości zawartość Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Fe kwalifikuje się do kategorii gleb o zawartości naturalnej metali ciężkich. Pierwiastkiem, którego stężenie najczęściej (21 razy) przekraczało dopuszczalne normy jest kadm.

Słowa kluczowe: gospodarka odpadami, nielegalne składowiska, odpady, metale ciężkie

INFLUENCE OF ILLEGAL WASTE DUMPING SITES OF NORTH-WEST PART OF BARLINEK COMMUNITY ON HEAVY METALS CONTENT IN SOILS

ABSTRACT

The in-depth analysis of the soil samples study included 6 from 17 catalogued illegal waste dumps localized in the Barlinek Commune (Gmina Barlinek) area. The samples were taken from the middle part of each waste dump and at 5 meter distance toward north and south directions. In the collected material the pH values and concentration of lead, zinc, cadmium, cobalt, manganese, nickel, chromium, iron, copper and mercury were determined. The results of laboratory analysis were compared with current standards (Regulation of the Minister of Environment from 9th September 2002 on soil quality standards and quality standards of soil – Journal of Laws 2002 No 165, item 1359) and with the soils classification by the content of trace elements, according to Kabata-Pendias et al. The reason of diversified content of heavy metals in the collected soils samples from different waste dumps is various morphological composition of deposited waste. Nonetheless, waste landfilled on illegal dumps were not significantly influencing the levels of soil contamination with heavy metals. The concentration of Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Fe qualifies those soils to geochemical natural levels of heavy metals content. Nevertheless, cadmium was the element, which concentration were most often (21 times) exceeded.

Keywords: waste management, Illegal landfills, waste, heavy metals

WSTĘP

Pomimo wciąż zmienianych przepisów prawnych – ustawa o utrzymaniu czystości i porządku

w gminach [Dz.U. z 2012 poz. 391] oraz ustawa o odpadach [Dz.U. 2013 nr 0 poz. 21] na obszarze województwa Zachodniopomorskiego nadal odnajdujemy nielegalne składowiska odpadów.

mikrofalowym MILESTONE. Oceny dokładności i precyzji stosowanych metod i procedur analitycznych dokonano stosując certyfikowany materiał odniesienia: CRM036–050 Loamy Sand 4.

WYNIKI I Dyskusja

Z przeprowadzonych analiz wynika, iż „dzikie” składowanie odpadów może wpływać na chemizm gleb, gdyż prawie wszystkie metale śladowe są łatwo pobierane przez rośliny z gleb kwaśnych. W miarę wzrostu pH do około 6,5–7,5, intensywność pobierania przez rośliny maleje (ocena stopnia zanieczyszczenia gleby i roślin metalami ciężkim i siarką – Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, 1993).

Z analizy wyników uzyskanych w toku badań własnych można zauważyć, że odczyn w warstwie powierzchniowej środkowej części wysypiska Wiewiórki zmieniał się od zasadowego do obojętnego (pH KCL 7,58–7,11). Wartości pH w 1 M KCl na brzegach wysypiska na N i S od centrum, dla każdej głębokości pobierania próbek, pozwoliły na ich zakwalifikowanie do próbek o odczynie zasadowym (pH KCL 7,52–7,96). Poza obrębem wysypiska (5 m od) prawie wszystkie badane próbki glebowe miały charakter zasadowy, jedynym wyjątkiem była próbka pobrana na S od centrum wysypiska, z głębokości 0–10 cm, której odczyn było obojętny (pH w 1 M KCl – 7,15).

Poza obrębem wysypiska Podgórze (5 m od) zarówno w kierunku N i S stwierdzono lekko kwaśny odczyn (pH KCL 4,75 – 5,42) badanych próbek. W środku badanego obszaru odczyn wzrastał od obojętnego do zasadowego wraz z głębokością (pH KCL 7,08–7,46). Jednak warstwa powierzchniowa 0–10 cm charakteryzowała się odczynem zasadowym (pH KCL 7,44).

Wysypisko śmieci Mostkowo 1 wyróżniało się na tle pozostałych obszarów swoim ujednoczeniem. Odczyn znacznej większości próbek był zasadowy (pH KCL 7,21–7,58). Jedynym wyjątkiem dla tego terenu był odczyn próbek powierzchniowej warstwy gleby (0–10 cm z kierunku S) pobranej na brzegu wysypiska, której odczyn był obojętny (pH KCL 7,15). Próbkami glebowe zostały pobrane w bliskiej odległości do przylegającego pola uprawnego. Tak ujednoczone wyniki odczytu mogą być wywołane oddziaływaniem przylegającego do składowiska pola uprawnego, na którym rolnicy stosują wapnowanie w celu poprawienia warunków glebowych.

W przypadku wysypiska wielopunktowego Mostkowo 1 charakterystyczne jest to, że z pobranych próbek zlokalizowanych bliżej środka wysypiska odczyn dla głębszych warstw jest lekko kwaśny (pH KCL 6,06–6,34).

Również jak i na pozostałych wysypiskach śmieci tak i na wysypisku Pustać – Podgórze przeważa odczyt zasadowy i obojętny. W warstwach środkowych zauważamy identyczną sytuację jak na innych wysypiskach. Odczyt w tym miejscu jest zasadowy (pH KCL 7,63–8,26). Próbkami idące w kierunku N na brzegach jak i 5 m od wysypiska posiadają odczyt obojętny (pH KCL 7,02–7,19). Próbkami pobrane z kierunku S (poziom 10 – 30 cm) mają odczyt zasadowy (pH KCL 7,25–7,31).

Odczyn próbek gleby pobranej z warstwy powierzchniowej w środkowej części wysypiska Dziedzice Jama są ujednoczone. Badane próbki mają odczyn zasadowy (pH KCL 7,52–9,04). Odczyn ten wzrastał wraz z głębokością. Próbkami gleby pobrane zarówno na brzegu, jak i poza obrębem wysypiska na N charakteryzowały się odczynem obojętnym (pH KCL 6,74–7,15). Natomiast próbki pobrane w transekcie na S mają przeważnie odczyn zasadowy (pH KCL 7,21–7,43).

Próbki pobrane z brzegu jak i 5 m od wysypiska Dziedzice Stodoła w kierunku N zawierają odczyt lekko kwaśny (pH KCL 6,16–6,42). Spowodowane to może być bliższą obecnością pól uprawnych gdzie stosuje się nawozy fizjologicznie kwaśne. Warstwy powierzchniowe w środkowej części wysypiska przechodzą od odczynów obojętnych (pH KCL 6,71) do zasadowych (pH KCL 7,62). W pozostałych próbkach nie można jednoznacznie zauważyć jakichkolwiek korelacji pomiędzy sobą, odczyn lekko kwaśny występuje jeszcze na S 5 m od obszaru badań (pH KCL 5,76).

Wyniki analiz laboratoryjnych porównano do obowiązującej normy [Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi Dz. U. Nr 165, poz., 1359 z dnia 4 października 2002 r.] oraz do podziału gleb pod względem zawartości metali ciężkich zaproponowanymi przez Kabatę-Pendias i in. [1993]. Powodem zróżnicowania zawartości metali ciężkich w poszczególnych próbkach glebowych jest zróżnicowany skład morfologiczny deponowanych odpadów na „dzikich” składowiskach.

Największe koncentracje rtęci odnotowano na „dzikim” wysypisku Wiewiórki (0,1425 mg · kg⁻¹), oraz Podgórze (0,1022 mg · kg⁻¹) (tab. 1). Były to

próbki pobrane ze środkowych części badanych wysypisk. Zwiększone koncentracje zauważono w warstwach powierzchniowych. Jednak we wszystkich wysypiskach wartości te nie przekraczały dopuszczalnych zawartości tego pierwiastka w glebie (0,2–0,3 mg·kg⁻¹). Pozostałe stężenia rtęci w glebie oscylowały na poziomie od 0,0040 mg·kg⁻¹ do 0,0960 mg·kg⁻¹ (odpowiednio na wysypiskach Pustać-Podgórze i Mostkowo I). Na wysypisku Pustać-Podgórze zauważono wyższe zawartości rtęci (warstwy powierzchniowe) poza obszarem wysypiska (0,0228 mg·kg⁻¹) niż w obrębie obszaru wysypiska (0,0040 mg·kg⁻¹).

Badania przeprowadzone przez Z. Zabłockiego i in. [2011] na terenie gminy Kobylanka również nie wskazują na przekroczenia zawartości rtęci w glebie. Zawartość rtęci w obrębie badanych nielegalnych wysypisk gminy Barlinek wahała się od 0,0040 do 0,0960 (mg·kg⁻¹ s.m.), natomiast poza obszarami „dzikich” wysypisk od 0,0054 do 0,0684 (mg·kg⁻¹ s.m.) nie przekraczając dopuszczalnych norm. Z wyników Z. Zabłockiego i in. [2011] wartości te również nie przekraczały norm naturalnych i wahały się w obrębie wysypisk od 0,003 do 0,204 mg·kg⁻¹ s.m. oraz poza obszarem wysypisk wynosiły one od 0,008 do 0,260 mg·kg⁻¹ s.m..

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich (mg·kg⁻¹) w próbkach glebowych pobranych na nielegalnych wysypiskach odpadów

Lp.	Nazwa miejsca, kierunek	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Fe
9	Wiewiórki, środek 0–10	0,14	739,04	2,28	50,46	360,94	389,2	8,20	179,77	551,30	13079
10	Wiewiórki, środek 20–30	0,04	12,55	2,43	23,76	29,57	299,7	9,01	8,66	35,70	11202
11	Wiewiórki, środek 30–60	0,05	4,91	3,48	10,70	101,22	192,1	6,99	10,16	26,50	15343
12	Wiewiórki, środek 60–100	0,03	1,23	6,31	14,18	14,26	276	10,4	8,34	30,70	23653
3	Wiewiórki, brzeg 0–10, N	0,07	79,72	2,20	679,33	34,42	425,4	8,43	46,86	300,80	13561
4	Wiewiórki, brzeg 10–30, N	0,03	2,22	3,27	11,82	6,27	228,6	5,69	8,77	22,0	13786
7	Wiewiórki, brzeg 0–10, S	0,03	4,99	1,07	11,48	15,14	481,8	3,25	11,68	48,00	10845
8	Wiewiórki, brzeg 10–30, S	0,03	2,72	2,20	12,17	7,06	310,7	4,87	7,76	22,20	10497
1	Wiewiórki, 5 m od 0–10, N	0,05	5,31	1,36	8,52	8,28	274,1	2,76	8,98	29,30	7105
2	Wiewiórki, 5 m od 10–30, N	0,05	2,61	2,24	8,77	6,50	226,6	3,86	7,15	17,80	10072
5	Wiewiórki, 5 m od 0–10, S	0,05	2,76	2,53	12,07	8,26	273,9	4,84	10,39	22,10	11758
6	Wiewiórki, 5 m od 10–30, S	0,05	2,17	2,72	9,26	7,15	219,4	5,27	8,23	27,70	12983
13	Podgórze, środek 0–10	0,10	1,84	2,26	11,33	7,37	200,1	4,70	7,61	32,60	11348
14	Podgórze, środek 20–30	0,04	2,39	3,72	10,57	10,36	233,2	7,16	11,84	33,90	16803
15	Podgórze, środek 30–60	0,03	1,03	3,59	10,54	9,16	196,7	7,41	8,05	26,40	18419
16	Podgórze, środek 60–100	0,02	0,06	4,60	14,84	10,89	215,7	9,91	8,29	30,30	21733
23	Podgórze, brzeg 0–10, N	0,05	1,15	3,02	8,00	8,24	187,4	5,55	9,91	27,60	14034
24	Podgórze, brzeg 10–30, N	0,05	1,22	2,43	7,76	7,64	180,5	5,58	9,88	27,80	13694
19	Podgórze, brzeg 0–10, S	0,08	2,64	3,26	12,07	12,97	323,1	6,92	13,27	64,20	15342
20	Podgórze, brzeg 10–30, S	0,07	2,40	3,31	11,30	12,68	266,3	6,77	13,14	57,00	16701
21	Podgórze, 5m od 0–10, N	0,04	1,76	2,25	7,23	6,57	165,8	4,39	8,88	21,40	11416
22	Podgórze, 5 m od 10–30, N	0,03	1,10	1,74	5,67	5,40	152,8	3,68	7,37	18,80	9868
17	Podgórze, 5 m od 0–10, S	0,06	1,18	3,00	8,01	7,20	203	5,72	13,00	28,10	13550
18	Podgórze, 5 m od 10–30, S	0,05	1,11	2,52	8,95	7,50	160,2	5,38	11,59	21,90	11761
33	Mostkowo 1, środek 0–10	0,02	1,24	2,78	9,14	10,15	98,5	6,86	22,77	80,40	12886
34	Mostkowo 1, środek 20–30	0,03	0,29	3,58	10,43	11,50	180,7	8,30	8,33	34,40	19043
35	Mostkowo 1, środek 30–60	0,03	0,11	3,72	11,01	11,54	172	8,15	10,92	34,00	17890
36	Mostkowo 1, środek 60–100	0,04	1,54	2,32	10,18	10,77	186,2	6,31	15,45	49,80	13695
31	Mostkowo 1, brzeg 0–10, N	0,03	2,08	1,74	7,87	10,34	121,4	5,17	25,63	80,70	10475
32	Mostkowo 1, brzeg 10–30, N	0,03	0,02	2,74	8,29	9,67	131,3	6,02	10,97	38,50	13987
25	Mostkowo 1, brzeg 0–10, S	0,04	0,80	3,39	10,49	11,97	158,9	7,09	25,87	57,00	15755
26	Mostkowo 1, brzeg 10–30, S	0,02	0,22	3,73	10,49	10,00	223,9	7,23	10,68	35,00	17687
29	Mostkowo 1, 5 m od 0–10, N	0,03	3,64	4,74	13,42	19,27	152,2	9,94	20,33	105,30	17479
30	Mostkowo 1, 5 m od 10–30, N	0,02	0,21	2,62	7,40	7,20	134,7	5,24	12,61	31,00	12911
27	Mostkowo 1, 5 m od 0–10, S	0,05	0,76	3,01	9,78	10,24	145,3	6,65	11,51	47,10	13644
28	Mostkowo 1, 5 m od 10–30, S	0,04	4,26	3,74	9,37	17,81	179,2	7,60	26,99	103,2	14761

W większości pobranych próbek glebowych zawartość kadmu nie przekraczała wartości naturalnych ($0,4\text{--}0,5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Najmniejszą zawartość kadmu ($0,02\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) stwierdzono na wysypisku w Mostkowo 1. Natomiast największą na wysypisku Wiewiórki ($739,045\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Przekroczenia zawartości tego pierwiastka w glebie wystąpiły również w próbkach pobranych z wysypisk: Wiewiórki $12,552; 79,725; 4,989; 5,311\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; Mostkowo – $4,260; 11,243; 13,49; 8,798; 4,552\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; Dziedzice Jama – $6,959; 8,811; 14,172; 7,216; 14,043; 9,683; 15,597; 10,363\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; Pustać–Podgórze $13,023\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; Dziedzice Stodoła $8,574\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Jedynym miejscem, gdzie nie odnotowano przekroczeń norm zawartości kadmu jest wysypisko Podgórze. Obszar tego wysypiska jest oddalony od zabudowań i dlatego też koncentracje kadmu są znikome. Pierwiastek ten na tle innych metali ciężkich najczęściej przekraczał dopuszczalne zawartości w glebie, spowodowane to może być składowanymi przez rolników resztek nawozów fosfatowych i opakowań po nawozach. Natomiast Niedźwiecki i in. [2007] stwierdzili $3,44\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$ tego pierwiastka w glebie, ze średnią zawartość około $2,82\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$

Zawartość kobaltu w glebie z obszaru badanych wysypisk, jak i poza nimi, w żadnej z badanych próbek glebowych nie przekroczyła wartości dopuszczalnych dla zawartości naturalnych ($0,2\text{--}0,3\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$). Największe stężenie kobaltu wystąpiło w próbce z wysypiska Wiewiórki ($6,313\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$) (tab. 1, 2) zaś najmniejsze w próbce z nielegalnego składowiska Pustać–Podgórze ($0,544\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$). Tak niskie wartości pierwiastka w glebie spowodowane mogą być brakiem obecności wokół badanych nielegalnych wysypisk zakładów produkcyjnych (produkujących farby, hut, itp.).

W większości badanych próbek glebowych w obrębie, jak i poza obrębem, wysypisk zawartość chromu kształtowała się w przedziale $2,83\text{--}50,46\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$, nie przekraczając zawartości naturalnej Cr ($150\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$). Pomimo niskich wartości stężeń tego pierwiastka w badanych próbach glebowych, w jednym z przypadków wartość chromu przekroczyła dopuszczalne normy około 5-krotnie ($679,33\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$) – w próbce z warstwy 0–10 cm na brzegu „dzikiego” wysypiska Wiewiórki.

Tabela 2. Zawartość metali ciężkich ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w próbkach glebowych pobranych na nielegalnych wysypiskach odpadów

Lp.	Nazwa miejsca, kierunek	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Fe
37	Mostkowo1', środek 0–10	0,10	11,24	5,28	36,74	78,54	975,9	14,78	147,73	452,0	32221
38	Mostkowo 1', środek 10–30	0,09	13,48	4,02	23,0	51,58	435,7	10,58	83,14	385,5	22040
39	Mostkowo 1', środek 30–60	0,07	8,8	5,36	18,94	43,67	273,2	17,00	108,1	365,1	25898
40	Mostkowo 1', środek 60–100	0,03	1,83	1,52	7,99	6,77	60,4	4,27	12,68	28,3	7440
47	Mostkowo 1', brzeg 0–10, N	0,06	3,85	2,76	11,97	18,36	219,1	6,55	23,87	117,7	19218
48	Mostkowo 1', brzeg 10–30, N	0,03	3,06	2,62	9,72	15,52	206,0	5,59	22,72	101,4	13149
41	Mostkowo 1', brzeg 0–10, S	0,06	4,52	2,61	12,69	725,3	206,2	6,38	40,85	80,1	14737
42	Mostkowo 1', brzeg 10–30, S	0,06	2,78	2,18	12,45	19,83	144,4	6,69	28,39	309,9	14622
45	Mostkowo 1', 5 m od 0–10, N	0,04	2,14	2,10	8,68	9,98	154,0	4,93	12,53	47,6	11155
46	Mostkowo 1', 5 m od 10–30, N	0,06	1,78	2,2	10,42	24,39	157,9	5,40	12,01	57,0	11397
43	Mostkowo 1', 5 m od 0–10, S	0,04	2,75	2,02	10,47	12,49	178,9	5,93	20,76	80,5	11089
44	Mostkowo 1'1', 5 m od 10–30, S	0,02	1,14	1,17	5,84	6,32	101,4	3,68	10,59	24,6	7777
5	Dziedzice Jama, środek 0–10	0,02	6,96	0,85	5,33	4,06	115,7	2,22	3,41	15,8	3780
3	Dziedzice Jama, środek 10–30	0,01	8,81	1,25	7,09	5,61	195,2	3,27	3,93	20,6	5961
7	Dziedzice Jama, środek 30–60	0,0055	14,17	0,62	4,31	3,21	97,0	1,46	2,20	16,3	3317
4	Dziedzice Jama, środek 60–75	0,0049	7,22	0,6	2,83	3,20	37,2	0,28	0,09	11,5	1456
9	Dziedzice Jama, brzeg 0–10, N	0,06	14,04	2,07	12,41	13,99	392,0	8,31	15,08	81,4	7928
10	Dziedzice Jama, brzeg 10–30, N	0,04	1,08	2,26	10,25	10,13	501,8	6,38	10,34	59,6	7249
1	Dziedzice Jama, Brzeg 0–10, S	0,01	9,68	1,94	9,33	5,97	176,0	4,16	4,59	30,0	6518
11	Dziedzice Jama, brzeg 10–30, S	0,02	0,84	3,03	11,00	6,44	179,5	7,84	1,36	26,6	8050
8	Dziedzice Jama, 5 m od 0–10, N	0,03	15,6	2,36	9,18	10,11	279,2	5,64	19,26	55,6	7880
6	Dziedzice Jama, 5 m od 10–30, N	0,07	10,36	2,4	9,82	11,66	287,4	5,36	8,17	47,2	8212
19	Dziedzice Jama, 5 m od 0–10, S	0,02	0,85	1,87	10,19	9,77	192,3	6,08	0,73	36,0	7980
12	Dziedzice Jama, 5 m od 10–30, S	0,0121	1,16	3,32	12,45	7,42	255,6	8,60	6,31	32,9	11495

Natomiast w próbkach glebowych z nielegalnych wysypisk badanych przez Z. Zabłockiego in. [2011] wartość chromu oscylowała w przedziale 0,18–125,23 mg · kg⁻¹ s.m.. Również Z. Zabłocki i in. [2011] stwierdzili przekroczenie stężenia chromu w obszarze jednego z badanych wysypisk (153,75 mg · kg⁻¹ s.m.) oraz poza wysypiskiem w kierunku S (216,86 mg · kg⁻¹ s.m.).

Dopuszczalne normy dla zawartości miedzi w glebach wynoszą 100–150 mg · kg⁻¹ s.m. Największe przekroczenie miedzi w próbkach glebowych pobranych z „dzikich” wysypisk – prawie pięciokrotne (725,30 mg · kg⁻¹ s.m.) wystąpiło w próbce pobranej z wysypiska Mostkowo 1', w jego środkowej części. Również w próbkach glebowych pobranych z wysypiska Wiewiórki stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych norm zawartości miedzi (360,94 i 101,22 mg · kg⁻¹ s.m.) w środkowej części tego wysypiska. Na pozostałym terenie zawartość miedzi na wysypiskach, jak i poza ich obrębem kształtowała się następująco: Podgórze (5,40–12,97 mg · kg⁻¹ s.m.); Mostkowo 1 (6,32–78,54 mg · kg⁻¹ s.m.); Dziedzice Jama (3,20–13,99 mg · kg⁻¹ s.m.); Pustać–Podgórze (1,80–9,58 mg · kg⁻¹ s.m.); Dziedzice Stodoła (8,29–10,86 mg · kg⁻¹ s.m.). Z badań przeprowadzonych przez Z. Zabłockiego i in. [2011] wynika, iż na obszarze nielegalnych wysypisk na obszarze gminy Kobylanka nie wystąpiły przekroczenia dopuszczalnych norm stężeń miedzi (100–150 mg · kg⁻¹ s.m.). Jedynie podwyższone zawartości miedzi autorzy Ci stwierdzili poza obrębem wysypiska Bielkowo 9 (96,96 mg · kg⁻¹ s.m.) oraz w obrębie wysypiska Reptowo 13 (32,08 mg · kg⁻¹ s.m.). Pozostałe zawartości miedzi oznaczone przez Z. Zabłockiego i in. [2011] oscylowały w granicach 1,39–24,10 mg · kg⁻¹ s.m. Natomiast E. Niedźwiecki i in. [2007] na obszarach zajętych przez nielegalne wysypiska śmieci stwierdzili, że stężenia miedzi nie przekroczyły naturalnych zawartości występujących w glebie, jedynie podwyższone wartości stężeń miedzi odnotowano na wysypisku Łukowo (101,210 mg · kg⁻¹ s.m.) oraz na byłym wylewisku Lutom (84,8 mg · kg⁻¹ s.m.).

Wszystkie pobrane próbki glebowe z nielegalnych wysypisk śmieci na obszarze gminy Barlinek wykazują brak przekroczeń naturalnych dopuszczalnych zawartości niklu. Stężenia niklu w badanych próbkach glebowych kształtowały się następująco: Wiewiórki (2,76–10,40 mg · kg⁻¹ s.m.); Podgórze (3,68–9,91 mg · kg⁻¹ s.m.); Mostkowo (3,68–17,00 mg · kg⁻¹ s.m.); Dziedzice Jama (0,28–8,60 mg · kg⁻¹ s.m.); Pustać–Podgó-

rze (2,05–15,6 mg · kg⁻¹ s.m.); Dziedzice Stodoła (8,91–13,82 mg · kg⁻¹ s.m.). Wyróżniającym się wysypiskiem na tle powyższych jest Dziedzice Stodoła, gdzie można zaobserwować wyższe stężenia niklu w porównaniu z innymi wysypiskami (8,91–13,82 mg · kg⁻¹ s.m.) (tab. 3).

Zabłocki i in. [2011] podają znacznie wyższe wartości stężeń niklu (0,75–153,77 mg · kg⁻¹ s.m.) w próbkach glebowych pobranych z nielegalnych wysypiska na obszarze gminy Kobylanka niż stwierdzone w badaniach własnych (w Gminie Barlinek).

Przekroczenia zawartości dopuszczalnych norm ołowiu (100 mg · kg⁻¹ s.m.) wystąpiły na wysypiskach: Wiewiórki (179,77 mg · kg⁻¹ s.m.); Mostkowo1' (147,73 i 108,10 mg · kg⁻¹ s.m.). Podwyższone zawartości ołowiu wystąpiły również na w/w wysypiskach lecz stężenia te nie przekraczały naturalnych zawartości (40,85–83,14 mg · kg⁻¹ s.m.). Najniższe stężenia ołowiu wystąpiły w próbkach glebowych pobranych z wysypiska Dziedzice Jama (0,73 mg · kg⁻¹ s.m.) oraz z wysypiska Dziedzice Stodoła (0,22–1,33 mg · kg⁻¹ s.m.).

Zabłocki i in. [2011] podają również przekroczenia zawartości ołowiu w badanych przez nich próbkach glebowych z obszarów nielegalnych wysypisk na terenie gminy Kobylanka. Zakres stężeń ołowiu oznaczony przez tych autorów wynosił od 1,96 do 93,78 (mg · kg⁻¹ s.m.). Natomiast przekroczenia wystąpiły w obszarze badań i wyniosły od 108,07 do 137,79 (mg · kg⁻¹ s.m.). Z badań przeprowadzonych przez Niedźwieckiego i in. [2007] w „dzikich” wysypiskach śmieci (Strachocin, Zieleniewo, Łukowo) stwierdzono również przekroczenia zawartości ołowiu w glebie w próbkach pobranych z wysypiska w Łukowie, które wyniosły 198,5 mg · kg⁻¹ s.m.

Zawartość cynku w większości pobranych próbek glebowych z nielegalnych wysypisk śmieci na obszarze gminy Barlinek nie przekraczała zawartości naturalnej (do 350 mg · kg⁻¹ s.m.). Najniższe stężenia Zn stwierdzono w próbce z wysypiska Dziedzice Jama (tab. 2), (11,5 mg · kg⁻¹ s.m.). Średnie stężenia cynku w badanych próbkach mieściły się w przedziale 11,0–80,7 mg · kg⁻¹ s.m.. Podwyższone koncentracje cynku zaobserwowano na wysypisku: Mostkowo 1', (101,4–117,7 mg · kg⁻¹ s.m.). Przekroczenia dopuszczalnych norm cynku wystąpiły w próbkach pobranych z centralnych części następujących wysypisk: Wiewiórki (300,8–551 mg · kg⁻¹ s.m.); Mostkowo 1' (309,9–452,0 mg · kg⁻¹ s.m.).

Tabela 3. Zawartość metali ciężkich ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w próbkach glebowych pobranych na nielegalnych wysypiskach odpadów

Lp.	Nazwa miejsca, kierunek	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Fe
20	Pustać-Podgórze, środek 20–30	0,007	0,64	0,54	6,16	4,08	103,5	3,67	3,65	24,4	3655
18	Pustać-Podgórze, środek 30–60	0,0044	0,56	0,81	7,00	2,53	101,3	2,05	0,34	11,0	7429
13	Pustać-Podgórze, środek 60–100	0,004	1,08	0,64	5,10	1,8	83,6	2,70	3,65	35,7	8955
16	Pustać-Podgórze, brzeg 0–10, N	0,02	0,83	1,66	9,69	5,00	205,5	5,63	4,81	35,1	4447
15	Pustać-Podgórze, brzeg 10–30, N	0,01	0,93	3,11	11,23	4,99	214,4	6,32	2,72	26,6	6185
17	Pustać-Podgórze, brzeg 0–10, S	0,03	0,70	1,48	6,76	4,01	108,6	3,42	7,50	46,9	4211
2	Pustać-Podgórze, brzeg 10–30, S	0,06	13,02	2,59	11,22	6,57	155,9	5,49	29,7	75,2	3488
23	Pustać-Podgórze, 5 m od 0–10, N	0,02	0,73	1,37	7,23	4,65	116,9	3,81	2,35	36,4	4445
22	Pustać-Podgórze, 5 m od 10–30, N	0,0054	0,57	0,90	4,90	2,26	72,6	3,26	-3,36	16,2	3315
14	Pustać-Podgórze, 5 m od 0–10, S	0,02	1,03	3,03	12,90	6,51	180,6	7,58	7,38	26,3	8444
21	Pustać-Podgórze, 5 m od 10–30, S	0,02	0,68	4,89	20,46	9,58	371,5	15,61	9,8	35,6	12973
26	Dziedzice Stodoła, środek 0–10	0,05	0,76	4,29	14,62	10,86	189,7	13,82	7,31	43,5	14621
28	Dziedzice Stodoła, środek 20–30	0,04	0,86	3,89	14,46	10,04	215,8	11,97	4,67	35,1	14373
33	Dziedzice Stodoła, środek 30–60	0,02	0,79	4,72	16,23	9,74	200,6	12,29	3,85	26,9	13131
35	Dziedzice Stodoła, środek 60–100	0,01	1,26	5,71	16,69	8,47	168,4	13,59	1,32	26,4	14683
29	Dziedzice Stodoła, brzeg 0–10, N	0,05	0,67	4,59	12,67	9,82	173,7	11,64	12,77	32,0	9457
34	Dziedzice Stodoła, brzeg 10–30, N	0,03	1,07	5,56	13,95	8,78	241,4	11,9	5,53	29,9	14240
24	Dziedzice Stodoła, brzeg 0–10, S	0,04	0,65	2,44	13,49	10,65	165,5	11,41	6,37	47,7	9563
31	Dziedzice Stodoła, brzeg 10–30, S	0,03	0,55	4,87	15,20	10,27	217,4	12,19	0,22	33,1	16205
25	Dziedzice Stodoła, 5 m od 0–10, N	0,05	0,68	3,19	13,85	10,87	188,3	11,71	8,94	37,8	13446
30	Dziedzice Stodoła, 5 m od 10–30, N	0,05	0,68	5,08	15,13	8,98	272,9	10,83	15,35	27,5	13919
27	Dziedzice Stodoła, 5 m od 0–10, S	0,04	8,57	2,32	11,29	8,29	239,9	8,91	8,54	32,9	7915
32	Dziedzice Stodoła, 5 m od 10–30, S	0,03	0,76	5,75	13,87	9,74	291	12,92	1,13	28,3	15172

Natomiast Zabłocki i in. [2011] podają zawartość cynku w próbkach z nielegalnych wysypisk w zakresie od 5,77 do 183,87 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.. U Zabłockiego i in. [2011] przekroczenie dopuszczalnych norm (376,41 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) wystąpiły poza obrębem wysypiska Reptowo 13 w odległości 200 m na N. Zaś według badań przeprowadzonych przez Niedźwieckiego i in. [2007] zawartość cynku w glebie spod nielegalnych wysypisk wynosiła średnio około 134,5 $10\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., i stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych norm (300–350 $10\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.).

Pozostałe dwa pierwiastki (Mn i Fe) nie ujęte w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Charakteryzowały się stężeniami w zakresach, odpowiednio: 37,2–975,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., oraz 1456–32221 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Wyższe zawartości żelaza wystąpiły prawie we wszystkich warstwach powierzchniowych, zarówno w obrębie, jak i poza obrębem wysypiska. Natomiast w przypadku manganu warstwy powierzchniowe w większości były uboższe w Mn niż głębsze warstwy gleby.

Pierwiastkiem, którego stężenie najczęściej (21 razy) przekraczało dopuszczalne normy jest

kadm. Na drugim miejscu w ilości przekroczeń (6 razy) zawartości dopuszczalnych norm w próbkach glebowych pobranych z nielegalnych wysypisk jest cynk. Kolejne pierwiastki ułożyły się w następujący szereg: ołów (3 razy), miedź (3 razy), chrom (1 raz). Przekroczeń naturalnych zawartości metali ciężkich w glebie nie wystąpiły w przypadku rtęci, kobaltu oraz niklu. Pod względem miejsc, w których przekroczenie dopuszczalnych norm występowało najczęściej jest wysypisko Mostkowo (12 razy). Zbliżona liczba przekroczeń dopuszczalnych norm wystąpiła na „dzikim” wysypisku Wiewiórki (11 razy). Przekroczenia dopuszczalnych norm zawartości badanych pierwiastków w glebie wystąpiły również w pozostałych wysypiskach: Dziedzice Jama (9 razy), Pustać – Podgórze (1 raz). Natomiast w żadnej próbce gleby pobranej z nielegalnych wysypisk Podgórze i Dziedzice Stodoła nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych norm zawartości badanych pierwiastków w glebie.

Badania innych autorów również wskazują na przekroczenie zawartości wybranych pierwiastków w próbkach gleby pobranych z nielegalnych wysypisk śmieci. Zabłocki i in. [2011] stwierdzili nieliczne przekroczenia dopuszczalnych

norm Ni, Zn i Pb. Filipiak i in. [2007] stwierdzili nieliczne przekroczenia stężeń metali ciężkich, takich jak: Zn, Cu i Pb w dzielnicy Warszewo (Szczecin). Również badania przeprowadzone przez Niedźwieckiego i in. [2008] w 2006 roku na wysypisku komunalnym w Sierakowie wskazują na przekroczenia dopuszczalnych norm metali ciężkich tj.: ołowiu ($279,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), cynku ($375,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i miedzi ($204,75 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w warstwach powierzchniowych.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania zawartości metali ciężkich w próbkach glebowych pobranych z nielegalnych wysypisk śmieci występujących na obszarze gminy Barlinek pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Odpady składowane na „dzikich” wysypiskach nieznacznie wpływają na zanieczyszczenie gleb przez metale ciężkie. W większości zawartość Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Fe kwalifikuje się do kategorii gleb o zawartości naturalnej metali ciężkich.
2. Większe koncentracje badanych metali ciężkich wystąpiły w środkowej części wysypisk oraz w warstwach powierzchniowych.
3. Przekroczenia naturalnych zawartości metali ciężkich w glebie nie wystąpiły w przypadku rtęci, kobaltu oraz niklu.
4. Pod względem miejsc, w których przekroczenie dopuszczalnych norm występowało najczęściej jest wysypisko Mostkowo (12 razy).
5. Powodem zróżnicowania zawartości metali ciężkich w poszczególnych próbkach glebowych jest zróżnicowany skład morfologiczny deponowanych odpadów na „dzikich” składowiskach.
6. Obszary zanieczyszczone metalami ciężkim, które przekraczają naturalne stężenia w glebie powinny być niezwłocznie likwidowane oraz poddane monitoringowi.

LITERATURA

1. Bogajewski T. 2007. Nielegalne pozbywanie się odpadów. Przegląd Komunalny Nr 10, 32 – 33.
2. Brach M., Wiśniewski M. 2012. Przestrzenne aspekty dzikich wysypisk odpadów komunalnych w lasach na terenie Celeśnictwa Stankowizna. Roczniki Geomatyki, tom X, zeszyt 5(55), 37–45

3. Chudecka J., Krzywy-Gawrońska E. 2012. Ogólna zawartość Zn, Cu i Pb oraz zasolenie gleb ogrodu dendrologicznego im. Stefana Kownasa w Szczecinie. Roczniki Gleboznawcze Vol. LXIII No 1/2012, 9–12.
4. Den Boer E. 2013. Czy selektywnie musi znaczyć drożej? Recykling 2 (146), 30–32.
5. Dz.U. 2013 nr 0 poz. 21 – Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach.
6. Dz.U. Nr 165 poz. 1359 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz Standardów jakości ziemi.
7. Dz.U. z 2012 poz. 391 – Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach.
8. Elżbieta Dusza, Paulina Filipiak, Bożena Mieszczerykowska-Wójcikowska. 2013. Wpływ nielegalnego składowania odpadów na zawartość metali ciężkich w powierzchniowej warstwie gleb gminy police. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 307 (28), 35–46.
9. Filipiak P., Dusza E., Kuglarz K., Kuźniar J., Ćwirko K. 2007. Wpływ dzikich wysypisk śmieci na terenie dzielnicy Warszewo (Szczecin) na środowisko naturalne. Materiały konferencyjne III Międzynarodowej konferencji Meliorantów i Inżyni Pendias A., Piotrowska M., Witek T. 1993. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleby i roślin metalami ciężkimi siarką. Instytut uprawy nawożenia i gleboznawstwa, 5–7.
10. Koćmit A., Niedźwiecki E., Zabłoię kontrolowanych składowisk odpadów. Sylwan 160 (2), 144–152.
11. Malinowski R. 2007. Zawartość metali ciężkich w glebach parku narodowego „Ujście Warty”. Ochrona środowiska i zasoby naturalne Nr 31, Wyd. Instytut Ochrony Środowiska 2007 Warszawa, 40–45.
12. Niedźwiecki E., Meller E., Malinowski R., Sammel A. 2007. Zanieczyszczenie środowiska glebowego metalami ciężkimi przez niekontrolowane wysypiska odpadów. Ochrona środowiska i zasoby naturalne Nr 31, Wyd. Instytut Ochrony Środowiska 2007 Warszawa. 126–130.
13. Niedźwiecki E., Nowak A., Friedrich S., Michalcewicz W., Wojcieszczuk T., Meller E. 2008. Oddziaływanie wysypisk odpadów komunalnych w Sierakowie na właściwości chemiczne i mikrobiologiczne gleb. Roczniki gleboznawcze, tom LIX, 215–225.
14. Niedźwiecki E., Nowak A., Nowak J., Meller E., Smolnik B., 2004a: Oddziaływanie niekontrolowanych wysypiska odpadów na właściwości chemiczne oraz aktywność mikrobiologiczną gleby. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 501, 325–334.
15. Niedźwiecki E., Nowak J., Kłodka D., Smolnik B. 2004b. Ocena oddziaływania niekontrolowanych

- wysypisk odpadów na aktywność enzymów glebowych i roślinnych w doświadczeniu wazonowym z pszenicą. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 501, 335–341.
16. Niedźwiecki E., Protasowicki M., Ciemniak A., Meller E., Tomza A. 2003b. Zawartość rtęci, kadmu i ołowiu w powierzchniowym poziomie gleby w obrębie niekontrolowanych wysypisk odpadów i użytków rolnych równiny Gumienieckiej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 492, 205–210.
17. Niedźwiecki E., Wojcieszczuk T., Meller E., Sammel A., Szmytka A., Bęben A. 2003a. Odczyn oraz zawartość węgla organicznego i makroelementów w powierzchniowym poziomie gleby w obrębie niekontrolowanych wysypisk odpadów i użytków rolnych równiny Gumienieckiej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 493 część III, 825–832.
18. Ostrowska, A., S. Gawliński. 1991. Metody analizy i oceny gleby i roślin. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
19. Siuta J. 1995. Gleba: diagnozowanie stanu i zagrożenia. Inst. Ochr. Śr., Wyd. I, Warszawa.
20. Szydłowski K. 2015a. Inwentaryzacja nielegalnego wysypiska odpadów. Zeszyty Naukowe nr 3, Instytutu Ekonomiczno-Społecznego w Kamieńcu Wrocławskim, 486–489.
21. Szydłowski K. 2015b. Nielegalne wysypiska śmieci miasta Szczecin. Zeszyty naukowe nr 3, Instytutu Ekonomiczno-Społecznego w Kamieńcu Wrocławskim, 490–492;
22. Zabłocki Z., Podlasińska J., Kruczek I. 2011. The effect of illegal dumping waste sites within the arena of municipality Kobylanka on selected properties of solis. Agric., Aliment., Pisc., Zootech., 283 (17), 51–66.
23. http://it.barlinek.pl/tur/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=85&lang=pl