

Elżbieta DUSZA, Paulina FILIPIAK, Bożena MIESZCZERYKOWSKA-WÓJCIKOWSKA

WPLYW NIELEGALNEGO SKŁADOWANIA ODPADÓW NA ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W POWIERZCHNIOWEJ WARSTWIE GLEB GMINY POLICE

EFFECT OF ILLEGAL WASTE STORAGE ON HEAVY METALS CONCENTRATION IN SURFACE SOIL OF POLICE MUNICIPALITY

Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Abstract. Place the illegal deposit of waste is an area where, in an forbidden manner are stored different types of the waste. The obligation to eliminate them is usually the responsibility of municipalities. However, despite the emergence the formation of wild dumps is still ongoing. The purpose of this study was to assess the accumulation of heavy metals in surface soil (0–20 cm) as a result of uncontrolled waste disposal in the Police municipality. After studies, the soil exposed to uncontrolled dumping of waste (with the exception of object 5) can be classified as uncontaminated soil with natural content of heavy metals or to soils with elevated concentrations of these metals. Exceeding the limit values for concentrations of zinc and copper were found only in the surface soil samples taken from object 5, which allows to classify these soils as a soil medium contaminated, which is associated with the morphological composition of waste (ash). Moreover, the highest concentrations of heavy metals in soil samples has been taken in the immediate vicinity of the illegal deposit of waste, but with increasing distance from these objects studied heavy metal concentration gradually decreased.

Słowa kluczowe: „dzikie wysypiska”, metale ciężkie, odpady, standardy gleb.

Key words: heavy metals, illegal waste storage, soil standards, wastes.

WSTĘP

Ilość wytwarzanych odpadów rośnie wprost proporcjonalnie do wzrostu poziomu życia, zamożności społeczeństwa oraz rozwoju techniki. Jak podają Marcinkowski (1994) oraz Sobczyńska (2000), charakter i wielkość wytwarzanych odpadów zależy również od jakości i dostępności surowców, technologii produkcji, konsumpcji dóbr materialnych oraz świadomości ekologicznej społeczeństwa. Ogromne ilości wytwarzanych odpadów wymagają przestrzeni i środków finansowych w celu ich prawidłowego i bezpiecznego składowania. Czynniki te niejednokrotnie generują problem częstego deponowania odpadów w miejscach do tego nieprzeznaczonych.

W literaturze przedmiotu zamiennie funkcjonują następujące określenia dotyczące niekontrolowanych składowisk odpadów: nielegalne, nieuporządkowane, niezabezpieczone, niebezpieczne oraz „dzikie wysypiska” (Żygadło 1999, Niedźwiecki i in. 2003a,b, 2004, Rosik-Dulewska 2006). Miejsce nielegalnego niekontrolowanego deponowania odpadów, powszechnie nazywane dzikim wysypiskiem, jest to obszar, na którym w sposób niedozwolony składowane są różnego rodzaju odpady, porzucane przez lokalną społeczność w przypadkowych miejscach. Najczęściej „dzikie wysypiska” zlokalizowane są w przydrożnych rowach, zadrzewieniach śródpolnych, na skraju lasów czy w innych mało uczęszczanych miejscach.

Według litery prawa osobą odpowiedzialną i zobowiązaną do uprzątnięcia „dzikich wysypisk” jest właściciel nieruchomości, na której odpady zostały porzucone. W związku z czym obowiązek likwidacji miejsc nielegalnego deponowania odpadów spoczywa zazwyczaj na władzach gminnych, które wydają właścicielowi lub osobie władającej gruntami, na których funkcjonują takie nielegalne wysypiska, nakaz ich zlikwidowania. Jednak bardzo często lokalna społeczność nie zdaje sobie sprawy z konsekwencji wynikających z niekontrolowanego pozbywania się odpadów, a proceder tworzenia „dzikich wysypisk” nieustannie trwa, coraz bardziej degradując środowisko, zwłaszcza glebowe. Potwierdzają to także prace prowadzone w Katedrze Ochrony i Kształtowania Środowiska Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie na obszarze gminy Kobyłanka (Podlasińska i in. 2011a, b).

Na „dzikie wysypiska” śmieci trafiają różnego rodzaju odpady zmieszane, w tym także odpady niebezpieczne, m.in. resztki farb, lakierów, elektrolitów, zużyte baterie i akumulatory, przeterminowane leki, środki ochrony roślin lub opakowania po nich. W związku z powyższym proceder nielegalnego deponowania odpadów w miejscach do tego nieprzeznaczonych wiąże się z ryzykiem zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, głównie na skutek ich wymywania do gleby.

Celem niniejszej pracy była ocena akumulacji metali ciężkich (Hg, Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, Zn) w powierzchniowej warstwie gleb (0–20 cm) w następstwie niekontrolowanego składowania odpadów na terenie gminy Police.

MATERIAŁ I METODY

Po wykonaniu kilkukrotnej wizji terenowej (w okresie od maja do października 2008 r.) zlokalizowano 21 miejsc nielegalnego deponowania odpadów na terenie gminy Police. Spośród nich do dalszych badań wytypowano sześć największych pod względem powierzchni obiektów (o numerach od 1 do 6), na których stwierdzono różnorodne odpady mogące w sposób istotny wpływać na akumulację metali ciężkich w powierzchniowych warstwach gleb w otoczeniu tych obiektów. Poszczególne obiekty zlokalizowane były:

- przy ogródkach działkowych; jest to niewielkie nagromadzenie punktowe o powierzchni ok. 5 m², zlokalizowane w Policach na Osiedlu Księcia Bogusława w obrębie ogródków działkowych „Nad Grzepnicą”. W składzie morfologicznym tego obiektu dominowały przede wszystkim odpady biodegradowalne pochodzące z pielęgnacji okolicznych ogródków działkowych;

– wzdłuż torów kolejowych; jest to nielegalne składowisko odpadów, które przyjęło postać nagromadzenia liniowego. Odpady na powierzchniach od ok. 2 do 5 m² porzucano co 20 do 50 m wzdłuż trasy kolejowej przebiegającej przez osiedle Mścięcino, na długości około 1 km. Zdeponowano tu przede wszystkim odpady remontowo-budowlane oraz znaczne ilości tworzyw sztucznych;

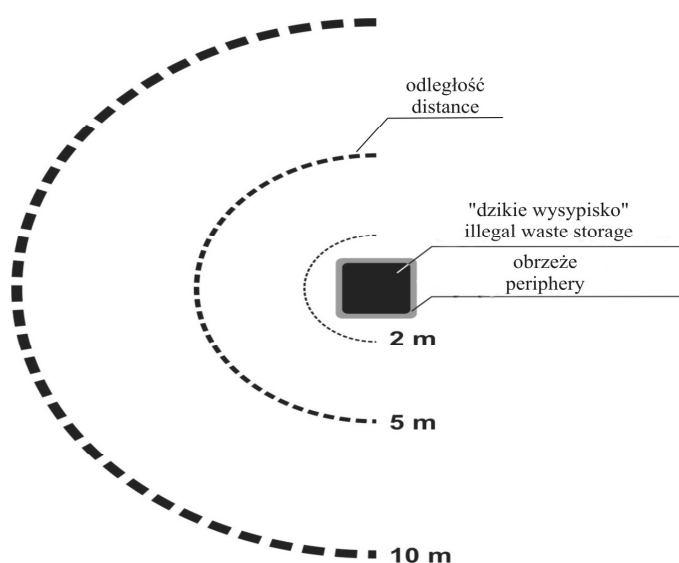
– na obszarze Parku Leśnego Mścięcino; obiekt zlokalizowano w Parku Leśnym Mścięcino, o powierzchni ok 20 m²; wśród nielegalnie zdeponowanych odpadów dominuje odpadowa papa asfaltowa rozmieszczona wokół drzew rosnących przy czerwonym, często uczęszczanym, pieszym szlaku turystycznym;

– na terenie miejscowości Tanowo; jest to nagromadzenie punktowe, o powierzchni od ok. 20 do 30 m², zlokalizowane w Tanowie na skrzyżowaniu dróg wojewódzkich nr 114 i nr 115, gdzie nielegalnie porzucone zostały odpady z przebudowy i remontów dróg, odpady remontowo-budowlane oraz odpady niebezpieczne i kłopotliwe, w tym pojemniki po farbach oraz materiały konstrukcyjne zawierające azbest;

– w miejscowości Tanowo przy jeziorze; jest to nielegalne, punktowe składowisko zlokalizowane w Tanowie na obrzeżach zarastającego jeziora, w bliskim sąsiedztwie zabudowy jednorodzinnej, o powierzchni od ok. 5 m². W składzie morfologicznym odpadów dominowały przede wszystkim odpady z termicznego przekształcania odpadów, czyli żużle i popioły paleniskowe;

– Leśno Górne; próbki pobrano przy zamkniętej części składowiska odpadów komunalnych zlokalizowanego w Leśnie Górnym (w gmie Police).

Z poszczególnych obiektów (1–6) do analiz chemicznych pobrano 23 zbiorcze próbki glebowe z punktów zlokalizowanych w różnej odległości od centralnego miejsca ich składowania (z obrzeża wysypiska oraz w odległości 2, 5 lub 10 m od jego granicy – w zależności od możliwości pobrania próbek, co wynikało przede wszystkim z zastanych warunków terenowych). Miejsca pobrania próbek glebowych, w zależności od odległości od centrum nielegalnego wysypiska odpadów, przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Sposób pobierania próbek glebowych z punktów zlokalizowanych w różnej odległości od miejsc nielegalnego składowania odpadów

Fig. 1. The method of sampling the soil at different distances from the illegal landfill sites

Reprezentatywne próbki zbiorcze (min. 3 próbki z każdego obiektu z różnej odległości) pobrano przy użyciu laski glebowej Egnera z wierzchniej warstwy gleby (0–20 cm). Po pobraniu próbki pierwotne umieszczono w workach z folii polietylenowej, o pojemności ok. 1 kg, po czym dokładnie wymieszano, uzyskując w ten sposób homogeniczną glebową próbkę zbiorczą.

W świeżych próbkach gleb oznaczono:

- odczyn (pH) – metodą potencjometryczną, za pomocą miernika wielopomiarowego firmy „Elmetron”, z wykorzystaniem kombinowanej elektrody szklanej;
- przewodnictwo elektryczne właściwe – metodą konduktometryczną, za pomocą miernika wielopomiarowego firmy „Elmetron”, przy użyciu elektrody grafitowej;
- wilgotność – metodą wagosuszarkową, w temperaturze 106°C, z bezpośrednim odczytem wyników;
- zawartość substancji organicznej – metodą żarzenia w 450°C w piecu muflowym.

Powietrznie suche próbki glebowe (0,5g) po utarciu w moździerzu agatowym poddano mineralizacji w stężonych kwasach – w kwasie azotowym (V) i w kwasie chlorowym (VII), przy zachowaniu stosunku objętościowego między nimi 5 : 1 (V/V), dodając 1 ml nadtlenu diwodoru (H₂O₂). W uzyskanych mineralizatach oznaczono zawartość Cu, Cr, Ni, Pb, Cd i Zn metodą absorpcji atomowej, przy użyciu spektrofotometru Unicam Solaar 929. Natomiast analizę zawartości rtęci (Hg) w pobranych próbkach glebowych przeprowadzono za pomocą automatycznego analizatora rtęci AMA 254, spalając próbki, bez wcześniejszej obróbki, bezpośrednio w tlenie. Otrzymane wyniki analiz porównano z dostępnymi próbkami z materiału odniesienia, odnosząc je także do wartości granicznych podanych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleb i ziemi (DzU z 2002 r., nr 165., poz. 1359).

WYNIKI I DYSKUSJA

Gmina Police jest jedną z większych gmin miejsko-wiejskich województwa zachodniopomorskiego, o cennych walorach przyrodniczych. Od wielu lat władze gminne prowadzą działania proekologiczne, w związku z czym gmina zajmuje wysokie miejsca w prestiżowych ogólnopolskich konkursach ekologicznych. Jednak nie uchroniło jej to od najczęstszych zagrożeń dla środowiska naturalnego, wynikających z funkcjonowania nielegalnych miejsc deponowania odpadów, powodujących przede wszystkim nieograniczoną i niekontrolowaną emisję różnego rodzaju substancji, w tym niebezpiecznych dla środowiska glebowego.

Wybrane do analizy obiekty różniły się między sobą składem morfologicznym i ilością odpadów. W składzie morfologicznym opisywanych miejsc nielegalnego deponowania odpadów dominowały (klasyfikacja według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów): zużyte opony (16 01 03), tworzywa sztuczne (16 01 19), odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów (17 01 02), odpady z remontów i przebudowy dróg (17 01 81), asfalt zawierający smołę (17 03 01) – obiekt nr 2, odpady i złomy metaliczne, materiały konstrukcyjne zawierające azbest (17 06 05) – obiekt nr 4, a także odpadowa papa (17 03 80), mieszaniny metali (17 04 07), odpady z termicznego przekształcania odpadów, czyli żużle i popioły paleniskowe zawierające

substancje niebezpieczne (19 01 11) – obiekt nr 3. Ponadto na zinwentaryzowanych miejscach niekontrolowanego deponowania odpadów wyodrębnić można było odpady z kategorii: zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne (20 01 35) – obiekt nr 5. Zaobserwowano także występowanie tworzyw sztucznych (20 01 39), odpadów ulegających biodegradacji (20 02 01) – z ogrodów i parków, glebę i ziemię, w tym kamienie (20 02 02) – obiekt nr 1, a także niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne (20 03 01) i odpady wielkogabarytowe (20 03 07) – obiekt nr 6.

Odczyn badanych próbek glebowych był zróżnicowany – od kwaśnego, poprzez obojętny, do lekko zasadowego. Stwierdzone średnie wartości pH dla poszczególnych obiektów, mierzone w zawiesinie wodnej, kształtowały się w zakresie od 4,30 do 7,90 (tab. 1).

Tabela 1. Podstawowe właściwości fizykochemiczne badanych próbek glebowych z niekontrolowanych składowisk odpadów gminie Police

Table 1. The content of the basic physico-chemical properties of the soils samples subjected to the impact of uncontrolled waste disposal sites of the Police Municipality

Obiekt Object	Miejsce pobrania próbek Place of sampling	pH (H ₂ O)	Substancja organiczna Organic matter (%)	Przewodnictwo właściwe Electrical conductivity ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	Wilgotność Humidity (%)
1	obrzeże periphery	6,06	11,20	328,50	12,90
	2 m	4,47	7,35	59,57	12,20
	5 m	4,38	5,94	159,95	12,60
	10 m	4,33	8,08	64,45	15,50
Średnia – Average			8,14	153,12	13,30
2	obrzeże N periphery N	6,95	7,43	1,57	21,90
	5 m	6,78	1,89	157,05	13,20
	obrzeże S periphery S	6,04	4,44	52,09	13,30
	5 m	5,94	5,16	45,10	9,60
	obrzeże E periphery E	5,82	2,25	48,74	21,10
	5 m	6,38	8,66	65,93	12,90
	obrzeże W periphery W	6,10	6,55	408,9	25,90
Średnia – Average		6,29	5,20	111,34	16,84
3	obrzeże periphery	4,51	3,24	52,12	13,6
	2 m	4,30	6,45	57,74	17,4
	5 m	4,38	12,29	50,32	16,9
Średnia – Average		4,40	7,33	53,39	15,97
4	obrzeże periphery	7,64	6,38	117,24	6,5
	5 m	7,90	0,13?	105,05	3,0
	10 m	7,82	16,49	78,75	2,9
Średnia – Average		7,79	7,67	100,35	4,13
5	obrzeże periphery	7,01	18,00	195,67	37,3
	2 m	6,85	16,92	231,25	36,5
	5 m	7,38	9,38	231,9	24,1
Średnia – Average		7,08	14,77	219,61	32,63
6	obrzeże periphery	7,16	2,09	208,9	8
	2 m	7,27	1,84	206,4	7,4
	5 m	7,19	2,66	229,6	7,7
Średnia – Average		7,21	2,20	214,97	7,7

W analizowanych glebach zawartość substancji organicznej była bardzo zróżnicowana, przy czym największą wartość średnią, wynoszącą 14,7%, zanotowano w przypadku gleb z obiektu nr 5. Wynika to przede wszystkim z właściwości gleby, na której nielegalnie zdeponowano odpady (gleby mineralno-organicznej). Z kolei najmniejszą średnią zawartością substancji organicznej odznaczały się gleby pobrane z sąsiedztwa składowiska komunalnego w Leśnie Górnym – obiekt nr 6 (2,2 %).

Ponadto w analizowanych glebach oznaczono przewodnictwo elektryczne właściwe, które jest definiowane jako zdolność danego materiału do przewodzenia prądu elektrycznego. W analizowanych glebach najwyższym przewodnictwem elektrycznym właściwym charakteryzowały się gleby sąsiadujące z obiektem nr 5 ($219,6 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$) oraz ze składowiskiem komunalnym – z obiektem nr 6 ($215,0 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$), w których stwierdzono największą akumulację metali ciężkich. Natomiast najniższe przewodnictwo elektryczne właściwe, wynoszące $53,4 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, odnotowano w glebie pobranej z obiektu nr 3.

Średnia wilgotność analizowanych powierzchniowych próbek glebowych wahała się w przedziale od 4,1% (obiekt nr 4) do 32,6% (obiekt nr 5) – tab. 1.

Głównym źródłem metali ciężkich w glebach zlokalizowanych w sąsiedztwie „dzikich wysypisk” są zazwyczaj: odpady niebezpieczne (m.in. resztki elektrolitów, farb, lakierów, baterie, przeterminowane środki farmakologiczne, środki owadobójcze), popioły z indywidualnych systemów grzewczych, ale również frakcja organiczna, która wykazuje zdolności do ich akumulacji (Niedźwiecki i in. 2003b). Zanieczyszczenia gleb na obszarze badań są głównie pochodzenia antropogenicznego, o czym świadczy stosunkowo duża kumulacja metali ciężkich w powierzchniowej (0–20 cm) warstwie gleb, co potwierdzają także badania Curzydły i in. (2003). Zwłaszcza odnosi się to do podwyższonych zawartości Zn, Cu i Pb w badanych próbkach gleb (tab. 2).

W badanych próbkach glebowych, pobranych z sześciu wytypowanych obszarów nielegalnego deponowania odpadów, najwyższą koncentracją wśród oznaczonych metali ciężkich charakteryzowały się: cynk, następnie miedź i ołów. Natomiast najniższe stężenia stwierdzono w przypadku rtęci, kadmu oraz niklu (tab. 2).

Podobne wyniki uzyskali Niedźwiecki i in. (2003a,b, 2004) oraz Filipiak i in. (2007), którzy stwierdzili w powierzchniowej warstwie gleb (0–20 cm) występowanie wysokich koncentracji ołowiu, cynku i miedzi, co ściśle skorelowane było z funkcjonowaniem miejsc nielegalnego deponowania odpadów. Także Nabulo i in. (2008) wykazali w swoich badaniach podwyższone koncentracje tych samych metali ciężkich (Zn, Cu i Pb) w próbkach glebowych pobranych z terenów podmokłych narażonych na oddziaływanie składowisk odpadów komunalnych, przemysłowych oraz niebezpiecznych.

Przytoczone wartości oznaczonych metali ciężkich w świetle obowiązujących norm i przepisów prawnych (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU z 2002 r., nr 165, poz. 1359) oraz według Kabaty-Pendias i in. (1993) oraz Kabaty-Pendias i Piotrowskiej (1995) pozwalają zaliczyć badane gleby (z wyjątkiem gleb pobranych z obiektu nr 5) do gleb niezanieczyszczonych (zerowy stopień zanieczyszczenia – obiekty 1, 3 i 6), o naturalnej zawartości metali ciężkich, lub do gleb o podwyższonej zawartości tych pierwiastków (I stopień zanieczyszczenia – obiekty 2 i 4).

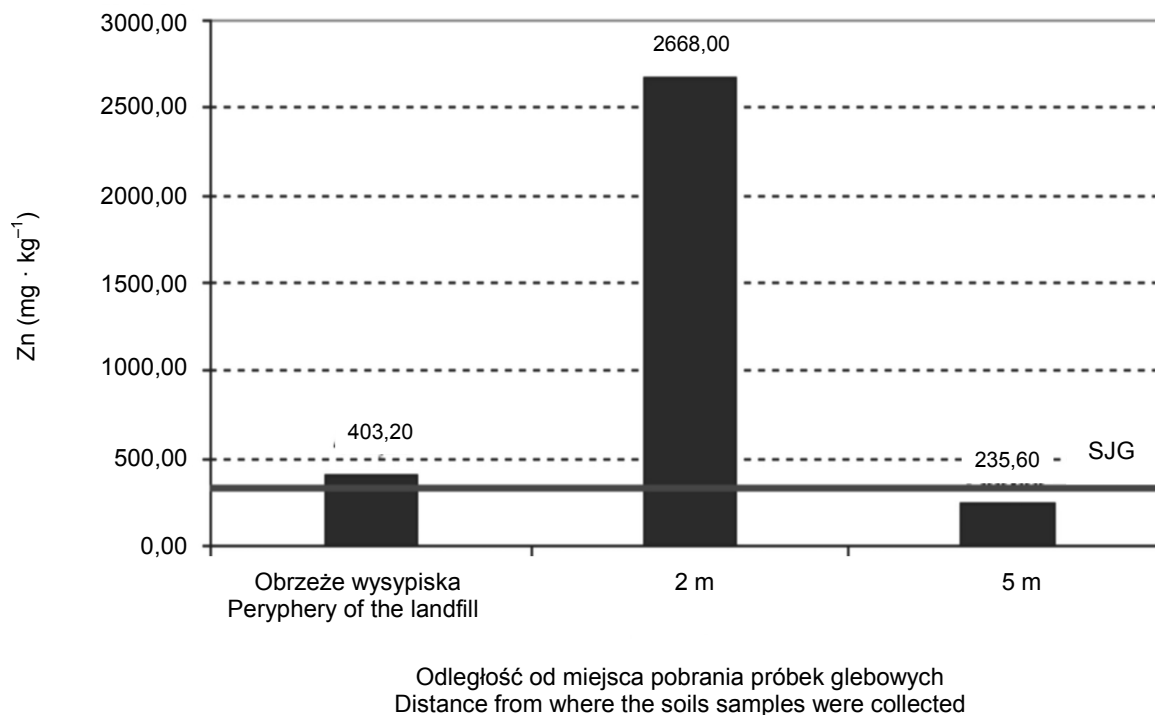
Tabela 2. Stężenie metali ciężkich w powierzchniowych próbkach gleb z niekontrolowanych składowisk odpadów w gminie Police
 Table 2. The concentration of heavy metals in surface soil samples subjected to the impact of uncontrolled waste disposal sites of the Police Municipality

Obiekt Object	Miejsce pobrania próbki Place of sampling	Hg	Cu	Cr	Ni	Pb	Cd	Zn
mg · kg ⁻¹								
1	obrzeże periphery	0,02	3,74	6,09	2,98	2,75	0,48	25,96
	2 m	0,01	4,33	49,77	2,45	5,25	0,32	16,15
	5 m	0,04	2,73	4,54	1,91	11,35	0,00	17,85
	10 m	0,03	3,08	2,53	1,71	14,00	0,09	38,43
	Średnia – Average	0,03	3,47	15,73	2,26	8,34	0,22	24,60
2	obrzeże N periphery N	0,17	14,23	10,75	8,27	29,08	0,42	163,40
	5 m	0,08	9,59	8,10	6,83	17,00	0,23	49,37
	obrzeże S periphery S	0,07	8,92	12,28	7,05	13,35	0,07	35,50
	5 m	0,05	6,68	6,57	4,20	13,24	0,28	40,98
	obrzeże E periphery E	0,07	12,19	14,43	10,19	23,39	0,31	56,14
	5 m	0,05	6,64	4,86	3,50	15,36	0,44	33,26
	obrzeże W periphery W	0,06	9,75	8,42	5,25	14,17	0,54	53,71
Średnia – Average	0,08	9,71	9,35	6,47	17,94	0,33	61,77	
3	obrzeże periphery	0,07	5,95	5,01	2,82	23,24	0,3	21,55
	2 m	0,07	5,35	4,72	2,98	17,78	0,33	17,11
	5 m	0,08	5,29	4,4	2,71	18,51	0,4	17,12
Średnia – Average	0,07	5,53	4,71	2,84	19,84	0,34	18,59	
4	obrzeże periphery	0,02	5,33	6,02	4,45	10,51	0,13	55,22
	5 m	0,01	3,39	3,43	3,13	4,92	0,001*	18,44
	10 m	0,01	3,99	5,39	3,23	7,27	0,001*	26,66
Średnia – Average	0,01	4,23	4,95	3,6	7,57	0,04	33,44	
5	obrzeże periphery	0,06	190,3	32,39	18,84	52,82	1,31	403,20
	2 m	0,04	71,85	27,32	23,6	70,38	3,74	2668,00
	5 m	0,04	10,96	8,33	6,29	14,59	0,41	235,60
Średnia – Average	0,05	91,04	22,68	16,24	45,93	1,82	1102,27	
6	obrzeże periphery	0,02	2,86	3,23	2,66	6,64	0,001*	14,60
	2 m	0,02	3,76	3,47	2,78	5,65	0,001*	14,51
	5 m	0,02	3,21	4,81	3,13	6,83	0,001*	13,79
Średnia – Average	0,02	3,28	3,84	2,86	6,37	0,001	14,30	

*poniżej poziomu oznaczalności – below the level of analytical determination.

Próbki glebowe pobrane z obiektu nr 5, w którego składzie morfologicznym dominowały popioły i żużle paleniskowe, odznaczały się ponadnormatywną średnią koncentracją cynku, wynoszącą średnio około 1102 mg Zn · kg⁻¹ (tab. 2), co przekracza o ponad 800 mg Zn · kg⁻¹ dopuszczalną zawartość tego pierwiastka w powierzchniowej warstwie gleby, podaną w przepisach dotyczących jakości gleb i ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU z 2002 r., nr 165, poz. 1359). Według Kabaty-Pendias i in. (1993) oraz Kabaty-Pendias i Piotrowskiej (1995) gleba o tak wysokiej zawartości cynku sklasyfikowana jest jako gleba średnio zanieczyszczona (III stopień zanieczyszczenia gleb), co oznacza, że wszystkie potencjalne uprawy na takich glebach narażone są na skażenie.

Ponadnormatywne stężenie cynku stwierdzono w próbce glebowej pobranej z obrzeża miejsca nielegalnego deponowania odpadów nr 5 – $403,2 \text{ mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1}$ (rys. 2), a zwłaszcza w próbce pobranej w odległości 2 m od miejsca deponowania odpadów – $2668 \text{ mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1}$; prawie 9-krotnie przekraczało dopuszczalną zawartość tego pierwiastka ($300 \text{ mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1}$) w glebach rolnych i leśnych.



SJG – standardy jakości gleb – quality standards for soils

Rys. 2. Stężenie cynku w glebach pobranych z obiektu nr 5 w odniesieniu do standardów jakości gleb i ziemi

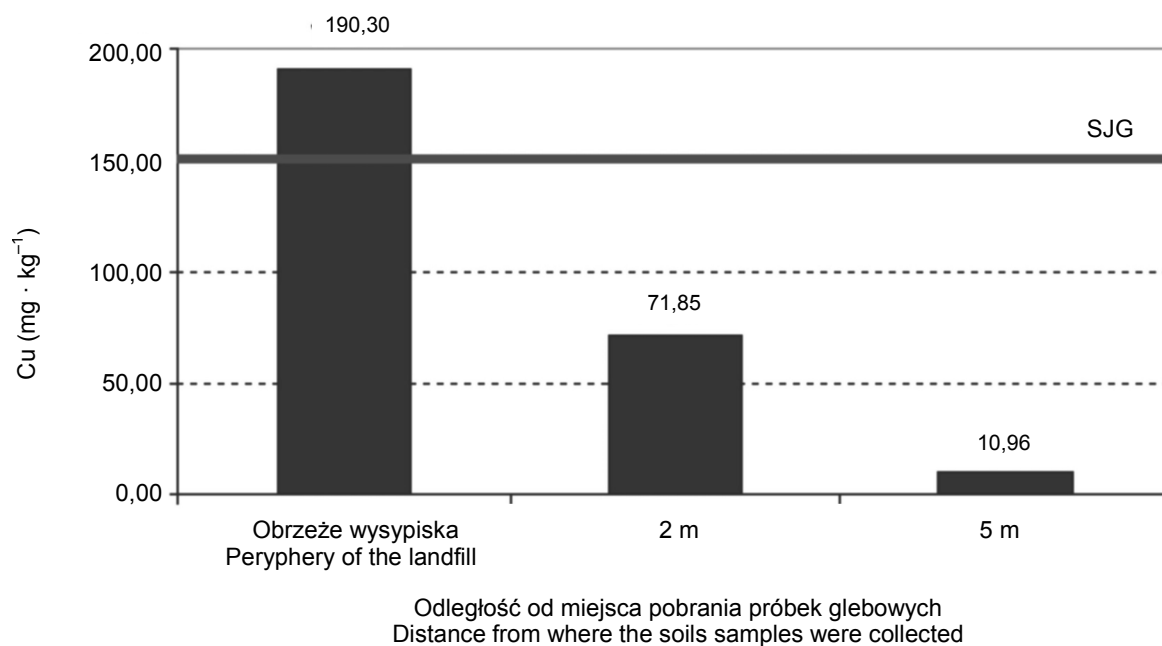
Fig. 2. Zinc concentrations in soils collected from the object No. 5 in respect of quality standards for soil and ground

Źródło – Source: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU z 2002 r., nr 165, poz. 1359.

Ponadto w analizowanych próbkach gleb, pobranych w sąsiedztwie obiektu nr 5, stwierdzono w pojedynczych przypadkach podwyższone stężenie miedzi. Przekroczenie odnotowano w próbce gleby pobranej z obrzeży „dzikiego wysypiska”; koncentracja tego pierwiastka wynosiła $190,3 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$ (rys. 3), przekraczając dopuszczalną zawartość dla gleb gruntów rolnych i leśnych o ponad $40 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$. Kolejne dwie próbki, pobrane w odległości 2 m i 5 m od omawianego obiektu, nie wykazały ponadnormatywnego stężenia tego metalu.

Tak wysoka koncentracja metali ciężkich (Zn i Cu), stwierdzona w powierzchniowym poziomie gleb (0–20 cm), poddanych oddziaływaniu nielegalnie deponowanych odpadów w obiekcie nr 5, dowodzi, iż metale ciężkie (głównie cynk i miedź) ulegają uruchomieniu w wyniku nieograniczonego kontaktu z wodą opadową, a następnie swobodnie migrują w głąb

profilu glebowego. Należy podkreślić, iż w składzie chemicznym popiołów i żużli paleniskowych największym stężeniem wśród metali ciężkich cechuje się cynk ($194\text{--}424 \mu\text{g Zn} \cdot \text{g}^{-1}$ w popiołach oraz $116\text{--}297 \mu\text{g Zn} \cdot \text{g}^{-1}$ w żużlach) oraz miedź ($123\text{--}209 \mu\text{g Cu} \cdot \text{g}^{-1}$ w popiołach i $92\text{--}100 \mu\text{g Cu} \cdot \text{g}^{-1}$ w żużlach), co świadczy o występowaniu zależności pomiędzy składem morfologicznym deponowanych odpadów a ponadnormatywnym stężeniem omawianych pierwiastków w badanych glebach (Popioły konwencjonalne..., www.unia-ups.pl).



Rys. 3. Stężenie miedzi w glebach pobranych z obiektu nr 5 w odniesieniu do standardów jakości gleb i ziemi

Fig. 3. Copper concentration in soils collected from the object No. 5 in respect of quality standards for soil and ground

Źródło – Source: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU z 2002 r., nr 165, poz. 1359.

Metale ciężkie są bardzo stabilnymi składnikami wykazującymi małą ruchliwość i, jak podają Niedźwiecki i in. (2004), mogą zalegać w glebie przez wiele lat, oddziałując na jej właściwości chemiczne oraz aktywność biologiczną. Nie można ich usunąć z gleby, można jedynie wpłynąć na ograniczenie ich pobierania przez rośliny (Uziak i in. 1999, Jasiewicz i Antonkiewicz 2003).

Skwaryło-Bednarz (2006) podkreśla, iż w glebach niepodlegających antropopresji naturalna zawartość pierwiastków w glebie, w tym Cu i Zn, zależy od skały macierzystej, składu granulometrycznego oraz procesów glebotwórczych. Z tych względów należy sądzić, iż na wzbogacenie poziomów organicznych gleb w Cu i Zn, narażonych na oddziaływanie

nielegalnie deponowanych odpadów, mają wpływ głównie popioły i żużle paleniskowe zasobne w te pierwiastki. Zatem źródłem zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi w obrębie badanych obiektów były różnego rodzaju nielegalnie porzucone odpady.

WNIOSKI

1. W powierzchniowych poziomach gleb (0–20 cm), sąsiadujących z badanymi nielegalnymi obszarami deponowania odpadów stwierdzono, występowanie podwyższonych koncentracji cynku i miedzi, co ściśle związane było z funkcjonowaniem tego typu obiektów. W znacznie mniejszym stężeniu występowały ołów, chrom oraz nikiel, a zwłaszcza kadm i rtęć.

2. Badane gleby, narażone na oddziaływanie niekontrolowanych wysypisk odpadów (z wyjątkiem obiektu nr 5), można zaliczyć do gleb niezanieczyszczonych, o naturalnej zawartości metali ciężkich (0 poziom zanieczyszczenia – obiekty 1, 3 i 6), lub do gleb o podwyższonej koncentracji tych metali (I stopień zanieczyszczenia – obiekty 2 i 4).

3. Przekroczenie dopuszczalnych normami ilości stężenia cynku i miedzi stwierdzono w powierzchniowych próbkach glebowych pobranych z obiektu nr 5, co pozwala zaklasyfikować te gleby do gleb średnio zanieczyszczonych (III stopień zanieczyszczenia), co wynika ze składu morfologicznego odpadów (popioły paleniskowe).

4. Najwyższe stężenia metali ciężkich odnotowano w próbkach gleby pobranych w bezpośrednim sąsiedztwie miejsc nielegalnego deponowania odpadów, przy czym wraz ze wzrostem odległości od omawianych obiektów koncentracja badanych metali ciężkich stopniowo malała.

PIŚMIENNICTWO

- Curzydło J., Mundała P., Gambuś F., Wieczorek J., Curzydło M.** 2003. Ołów, kadm, chrom i cynk w łańcuchu troficznym: gleba, rośliny i zwierzęta na terenach o różnym stopniu zanieczyszczenia metalami ciężkimi [w: *Obieg pierwiastków w przyrodzie*], t. 2. Warszawa, Instytut Ochrony Środowiska, 71–75.
- Filipiak P., Dusza E., Kuglarz K., Kuźniar J., Ćwirko K.** 2007. Wpływ dzikich wysypisk śmieci na terenie dzielnicy Warszewo (Szczecin) na środowisko naturalne [w: *Materiały konferencyjne III Międzynarodowej Konferencji Meliorantów i Inżynierów Środowiska „Środowiskowe aspekty melioracji wodnych”*], Wrocław 27–28 kwietnia 2007 r. Wrocław, Wydaw. Uniw. Przyrod. we Wrocławiu, 67–75.
- Jasiewicz C., Antonkiewicz J.** 2003. Zawartość metali ciężkich w glebach i roślinach na terenach przyległych do cementowni Chełm [w: *Obieg pierwiastków w przyrodzie*], t. 2. Warszawa, Instytut Ochrony Środowiska, 118–124.
- Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Maliszewska-Kordybach B., Filipiak K., Krakowiak A., Pietruch C.** 1993. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. Puławy, IUNG.
- Kabata-Pendias A., Piotrowska M.** 1995. Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Warszawa, Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Marcinkowski T.** 1994. Współpraca gmin w zakresie gospodarki odpadami. *Ochr. Środ.* 3–4 (54–55), 53–55.
- Nabulo G., Oryem Origa H., Nasinyama G.W., Cole D.** 2008. Assessment of Zn, Cu, Pb and Ni contamination in wetland soils and plants in the Lake Victoria basin. *Inter. J. Environ. Sci. Technol.* 5 (1), 65–74.

- Niedźwiecki E., Nowak A., Kłódka D., Meller E., Smolik B.** 2004. Oddziaływanie niekontrolowanych wysypisk odpadów na właściwości chemiczne oraz aktywność mikrobiologiczną gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. AR Szczec. 501, 325–334.
- Niedźwiecki E., Protasowicki M., Ciemniak A., Meller E., Tomza A.** 2003a. Zawartość rtęci, kadmu i ołowiu w powierzchniowy poziomie gleb w obrębie niekontrolowanych wysypisk odpadów i użytków rolnych Równiny Gumienieckiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. AR Szczec. 492, 205–210.
- Niedźwiecki E., Protasowicki M., Meller E., Tomza A.** 2003b. Zawartość metali ciężkich w powierzchniowym poziomie gleb w obrębie niekontrolowanych wysypisk odpadów i użytków rolnych Równiny Gumienieckiej. Cz. 3. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. AR Szczec. 493, 817–823.
- Podlasińska J., Zabłocki Z., Kruczek I.** 2011. Charakterystyka „nielegalnych wysypisk” zlokalizowanych na terenie gminy Kobylanka. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Ser. Agric. 274 (13), 62–69.
- Podlasińska J., Zabłocki Z., Kruczek I.** 2011. Wpływ nielegalnych wysypisk odpadów na środowisko glebowe na terenie gminy Kobylanka. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Ser. Agric. 274 (13), 33–42.
- Popioły konwencjonalne...**, www.unia-ups.pl, dostęp dn. 15.12.2010 r.
- Rosik-Dulewska C.** 2006. Podstawy gospodarki odpadami. Warszawa, Wydaw. Nauk. PWN.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi.** DzU z 2002 r., nr 165, poz. 1359.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów.** DzU z 2001 r., nr 112, poz. 1206.
- Skwaryło-Bednarz B.** 2006. Ogólna zawartość wybranych metali ciężkich w glebach leśnych Roztoczańskiego Parku Narodowego. Acta Agrophys. 8 (3), 727–733.
- Sobczyńska D.** 2000. Efektywność selektywnej zbiórki odpadów w gminie. Ochr. Pow. Probl. Odpadów 2, 60–64.
- Uziak S., Klimowicz Z., Chodorowski M., Melke J.** 1999. Badania zanieczyszczeń gleb Parku Krajobrazowego Lasy Janowskie. Ann. UMCS, Sectio B 54 (11), 203–216.
- Żygadło M.** 1999. Gospodarka odpadami komunalnymi. Kielce, Wydaw. Politech. Świętokrzys.

