

**Artur Szwałec\*, Paweł Mundała\*, Agnieszka Petryk\***

**ZANIECZYSZCZENIE WYBRANYMI METALAMI CIĘŻKIMI GLEB  
DZIKICH SKŁADOWISK ODPADÓW NA TERENIE LIPNICY MAŁEJ  
I DOMARADZA**

**CONTAMINATION WITH SELECTED HEAVY METALS OF SOIL UNDER  
ILLEGAL LANDFILLS LOCATED IN LIPNICA MAŁA AND DOMARADZ**

**Słowa kluczowe:** dzikie składowiska, metale ciężkie, zanieczyszczenia.

**Key words:** illegal landfills, heavy metals, contamination.

*The aim of the study was to assess the contents of Cd, Cu, Pb and Zn in the soils, which have been localized under illegal landfills. The research areas were localized in two villages Lipnica and Domaradz. The inspection of the field, a record of landfills, description of their location, volume and composition of deposited waste were made. 30 samples were collected from 15 research areas. A single landfill site was treated as a research area. Concentrations of the analyzed elements in most soils were at the natural level according to Institute of Soli Science and Cultivation guidelines [Kabata-Pendias et. all 1993]. Also Minister of the Environment Regulation [Dz.U. z 2002 r. Nr 165, poz. 1359] was not exceeded. The authors indicated demand for the development scheme of the liquidation of illegal landfills, providing the possibility of neutralization of potential environmental contamination.*

## **1. WPROWADZENIE**

Problem dzikich składowisk odpadów występuje w większości gmin naszego kraju [Raport... 2008]. Powstawanie tego rodzaju obiektów jest wynikiem z jednej strony braku odpowiedniej wiedzy i odpowiedzialności obywatelskiej, z drugiej zaś niewłaściwego nadzoru i postępowania gmin w gospodarce odpadami. Dzikie składowiska odpadów są obiektami

---

\* *Dr inż. Artur Szwałec, dr inż. Paweł Mundała, mgr inż. Agnieszka Petryk – Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków; tel.: 12 662 41 24, e-mail: kekop@ur.krakow.pl*

powodującymi szereg zagrożeń środowiskowych [Siuta 1995]. Ich negatywne oddziaływanie związane jest z przypadkowym, niekontrolowanym wyrzucaniem różnego rodzaju odpadów, w tym niebezpiecznych, zawierających w swym składzie różnego rodzaju toksyczne substancje. Wysypiska niezorganizowane zajmują najczęściej naturalne zagłębienia terenu lub wyrobiska, bez dodatkowego specjalnego przygotowania. Efektem takiego składowania jest: niekontrolowana emisja gazów do atmosfery, zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podskórnych, zanieczyszczenie otaczających obszarów rozwiewanymi z wysypiska pyłami i odpadami frakcji lekkiej, nadmierny rozwój ptactwa i gryzoni [Rosik-Dulewska 2002].

Dzikie wysypiska przyczyniają się również do zwiększenia w glebach różnego rodzaju domieszek pochodzenia antropogenicznego (gruz budowlany i ceramiczny, żużel, szkło, tworzywa sztuczne, metale, odpady tekstylne). Mogą one również powodować zagrożenia pożarowe [Bilitewski, Hardtle 2006]. Nielegalne składowiska przyczyniają się do degradacji miejsc ważnych dla właściwego funkcjonowania ekosystemów i utraty naturalnie zdrowego środowiska, często atrakcyjnego krajobrazowo – jego wykorzystanie mogłoby przyczynić się do aktywizacji ekonomicznej miejscowej społeczności [Siemiński 2001]. Obiekty te mogą być również źródłem wnoszenia do środowiska przyrodniczego metali ciężkich, mogących wywoływać efekty mutagenne czy kancerogenne w organizmach żywych [Kabata-Pendias 1999, Alloway, Ayers 1999, Alkorta i in. 2004]. Działania gmin w zakresie likwidacji dzikich składowisk skupiają się zwykle na wywiezieniu odpadów na składowisko odpadów komunalnych, ewentualnie na ich segregacji i odzyskaniu frakcji użytkowych. Praktycznie nie przeprowadza się rozpoznania w zakresie skażenia środowiska, a co za tym idzie, nie podejmuje się żadnych zabiegów rekultywacyjnych, przywracających pierwotne funkcje przyrodnicze tych terenów.

## 2. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na dzikich składowiskach odpadów, zlokalizowanych w sołectwach Lipnica Mała (gmina Jabłonka, powiat nowotarski, woj. małopolskie) oraz Domaradz (gmina Domaradz, powiat brzozowski, woj. podkarpackie). Obydwie miejscowości mają typowo rolniczy charakter oraz położone są w rejonach o dużych walorach przyrodniczych i krajobrazowych. Zgodnie z podziałem na jednostki fizyczno-geograficzne [Kondracki 2000] obszar gminy Jabłonka, na terenie której położona jest Lipnica Mała, należy do dwóch podprowincji: Zewnętrznych Karpat Zachodnich, w obręb której wchodzi Pasma Babiogórskie i Pasma Podhalańskie oraz Centralnych Karpat Zachodnich, w obręb których wchodzi Kotlina Orawsko-Nowotarska. Gmina Domaradz położona jest w obrębie Karpat Zachodnich, a dokładniej w obrębie Pogórza Dynowskiego i Strzyżowskiego. Pogórze Dynowskie obejmuje prawie cały obszar gminy z wyjątkiem jej krańców zachodnich, które leżą w obrębie Pogórza Strzyżowskiego [[www.domaradz.pl](http://www.domaradz.pl)]. Oba opisywane sołectwa są objęte zorganizowaną zbiórką odpadów komunalnych.

Materiał do badań pobrano jesienią 2009 r. z 15 obiektów zinwentaryzowanych na opisywanym terenie. W ramach wizji terenowych dokonano dokładnego opisu dzikich składowisk, ich lokalizacji, określono kubaturę oraz skład morfologiczny deponowanych odpadów. Próby pobierano z dwóch głębokości: powierzchniowej (0–20 cm) oraz głębszej (40–60 cm) w każdym punkcie badawczym. Ogółem pobrano 30 prób, z 8 punktów badawczych zlokalizowanych w sołectwie Lipnica Mała oraz 7 punktów badawczych zlokalizowanych w sołectwie Domaradz. Jako jeden punkt badawczy przyjęto teren pojedynczego wysypiska.

Z każdego punktu badawczego w sposób losowy pobierano po pięć prób pierwotnych z powierzchniowej warstwy gleby. Po zhomogenizowaniu tworzyły one jednorodną próbę średnią o masie 500 g. Analogicznie postępowano z próbą pobieraną z głębszej warstwy gleby (40–60 cm). Zebrany materiał został przygotowany (suszenie, rozdrabnianie, przesiewanie) i zmineralizowany w mieszaninie stężonych kwasów  $\text{HNO}_3$  i  $\text{HClO}_4$ . W tak przygotowanym materiale dokonano oznaczenia zawartości Cd, Pb, Zn i Cu metodą Absorpcyjnej Spektrometrii Atomowej przy wykorzystaniu spektrofotometru Solaar M6 firmy Unicam. W pobranych próbach oznaczono również pH w  $\text{H}_2\text{O}$  i KCl metodą potencjometryczną oraz zbadano skład granulometryczny metodą Cassagrandy w modyfikacji Pruszyńskiego.

### 3. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Przeprowadzona w ramach badań terenowych inwentaryzacja dzikich składowisk odpadów pozwoliła wydzielić trzy grupy tych obiektów: składowiska punktowe, liniowe oraz obszarowe. Opisywane obiekty miały zróżnicowaną powierzchnię, kubaturę oraz skład morfologiczny zdeponowanych odpadów.

Nielegalne składowiska odpadów lokowane są najczęściej w naturalnych zagłębieniach terenu (wąwozy, jary, koryta cieków wodnych) bądź wyrobiskach po eksploatacji surowców mineralnych (gliny, kruszywa) – tab. 1 i 2. Jest to tendencja (niemalże reguła) występująca w każdej gminie, borykającej się z problemem nielegalnych wysypisk. Sprawcy starają się, wykorzystując naturalną rzeźbę terenu, ukryć (zamaskować) odpady, można więc domniemywać, że mimo wszystko wstydzą się swego czynu. Niestety, zarówno naturalne, jak i sztuczne zagłębienia wcięte w teren są zwykle w bliskim sąsiedztwie wód gruntowych lub koryt cieków, co niesie bezpośrednie zagrożenie skażenia wód powierzchniowych i gruntowych [Rosik-Dulewska 2002, Bilitewski, Hardtle 2006, Szymański i in. 2007]. W praktyce wielkość tego skażenia może być trudna do oceny, ponieważ składają się na nią różne zmienne czynniki np.: przypadkowy skład odpadów, ich ilość, czas ich deponowania, warunki gruntowe, wodne, meteorologiczne oraz biocenotyczne. Badania, wykonywane zwykle w trudnym do ustalenia okresie funkcjonowania nielegalnego składowiska, nie są w stanie wychwycić pełnej dynamiki tych zmian i migracji zanieczyszczeń. Odnosi się to między innymi do odpadów niebezpiecznych (opakowania po farbach i lakierach, opakowania po środkach ochrony roślin, opakowania po olejach samochodowych, baterie) zarejestrowa-

**Tabela 1.** Wyniki inwentaryzacji dzikich składowisk w Lipnicy Małej

**Table 1.** Results of research of illegal landfills in Lipnica Mala village

Nr	Lokalizacja	Kubatura i rodzaj składowiska	Skład zdeponowanych odpadów
1.	Zagłębienie terenu w sąsiedztwie pastwiska dla bydła położone ok. 200 m od budynków mieszkalnych	ok. 12 m <sup>3</sup> obszarowe	PE, PCV, opakowania po farbach i lakierach, szkło, tekstylia, metale w tym ocynkowane blachy
2.	Zagłębienie terenu w sąsiedztwie pól uprawnych i łąki	ok. 7 m <sup>3</sup> punktowe	PE, opakowania po farbach i lakierach, szkło, tekstylia, metale, AGD, meble
3.	Zagłębienie terenu, nieużytek ok. 500 m od budynków mieszkalnych	ok. 6 m <sup>3</sup> punktowe	PE, szkło, tekstylia, metale, opakowania po środkach ochrony roślin
4.	Położone wzdłuż niedużego wąwozu w kompleksie leśnym	ok. 8 m <sup>3</sup> liniowe	PE, szkło, metale, AGD, elektronika, wyposażenia łazienek
5.	Położone wzdłuż niedużego wąwozu w kompleksie leśnym	ok. 6 m <sup>3</sup> liniowe	PE, szkło, metale, elektronika AGD,
6.	Położone w lesie w zagłębieniu terenu w pobliżu niedużego potoku	ok. 6 m <sup>3</sup> punktowe	PE, opakowania po farbach i lakierach, szkło, metale, AGD, środki higieniczne
7.	Zlokalizowane nad potokiem	ok. 6 m <sup>3</sup> punktowe	PE, szkło, tekstylia, metale, AGD, środki higieniczne
8.	Zlokalizowane na nieużytkach	ok. 5 m <sup>3</sup> punktowe	PE, opakowania po olejach, akumulator, AGD, elektronika mebli, szkło, metale

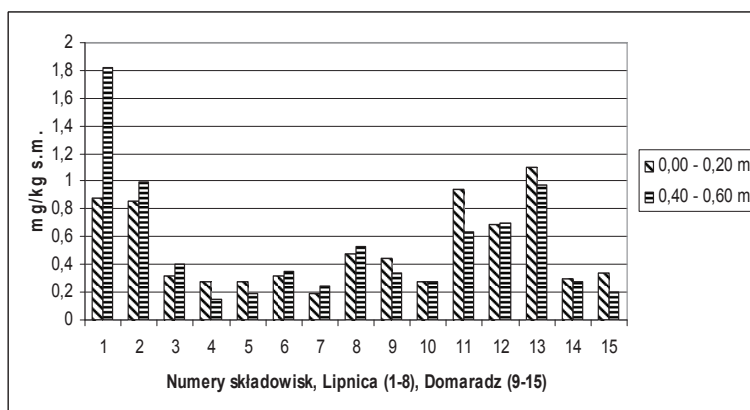
**Tabela 2.** Wyniki inwentaryzacji dzikich składowisk w Domaradzu

**Table 2.** Results of research of illegal landfills in Domaradz village

Nr	Lokalizacja	Kubatura i rodzaj składowiska	Skład zdeponowanych odpadów
9.	Wąwóz w sąsiedztwie pól uprawnych	ok. 7 m <sup>3</sup> liniowe	PE, szkło, metale, odpady poremontowe
10.	Położone wzdłuż rowu w lesie	ok. 8 m <sup>3</sup> liniowe	PE, szkło, metale, odpady poremontowe, w tym eternit, opony, dętki
11.	Położone w lesie	ok. 10 m <sup>3</sup> obszarowe	PE, szkło, metale, papier
12.	Położone w lesie w sąsiedztwie pól uprawnych	ok. 9 m <sup>3</sup> obszarowe	PE, opakowania po farbach i lakierach, szkło, metale, opakowania po olejach samochodowych i środkach ochrony roślin, opony
13.	Położone w wąwozie w sąsiedztwie potoku	ok. 15 m <sup>3</sup> punktowe	odpady poremontowe, blachy ocynkowane, eternit
14.	Położone w lesie w sąsiedztwie drogi do pól uprawnych	ok. 12 m <sup>3</sup> obszarowe	PE, szkło, tekstylia, metale, agd, baterie
15.	Zlokalizowane wzdłuż zagłębienia terenu	ok. 6 m <sup>3</sup> liniowe	odpady poremontowe, eternit

nych w składzie opisywanych wysypisk (składowiska nr: 1, 2, 3, 6, 8 w Lipnicy Małej oraz 12, 14 w Domaradzu), które mogą być źródłem wnoszenia do środowiska przyrodniczego pierwiastków śladowych: Cd, Pb, Hg, Cr, Zn, Cu [Rosik-Dulewska 2002]. Kolejnym czynnikiem, na który zwraca się uwagę przy ocenie wpływu tego rodzaju obiektów na środowisko, jest zagrożenie mikrobiologiczne [Butarewicz, Boruszko 2008], związane np. z zużytymi środkami higieny osobistej rejestrowanymi m.in. na składowiskach nr 6 i 7 w Lipnicy Małej.

Groźnym czynnikiem mutagennym są włókna azbestu [Szeszenia-Dąbrowska 1993], występujące w eternicie zdeponowanym na składowiskach nr 2, 5 i 7 (Lipnica) oraz 10, 13 i 15 (Domaradz).

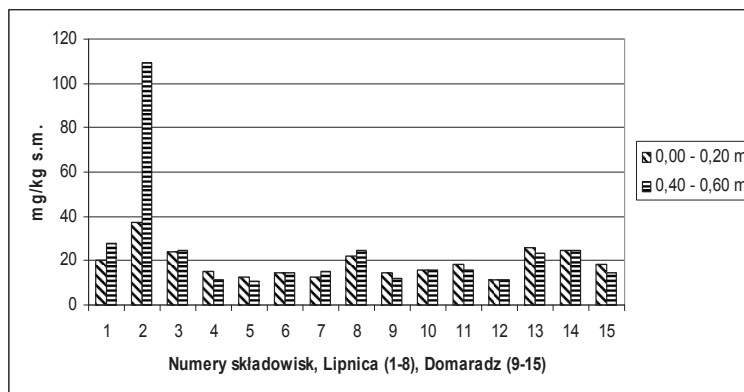


**Rys. 1.** Porównanie zawartość Cd w glebach nielegalnych składowisk Lipnicy Małej i Domaradza  
**Fig. 1.** Cadmium content in soils of illegal landfills of Lipnica Mała and Domaradz villages

Przy stosunkowo niskich zawartościach Cd (od 0,19 do 0,32 mg·kg<sup>-1</sup> s.m., rys. 1), oznaczonych w próbach pobranych z warstwy gleby 0–0,20 m na nielegalnych wysypiskach nr 3, 4, 5, 6, 7 zlokalizowanych w Lipnicy Małej, uwagę zwracają kilkukrotnie wyższe zawartości tego metalu w próbach pobranych z wysypisk nr 1 i 2 odpowiednio: 0,88 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. oraz 0,86 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. Podobna relacja w zawartościach kadmu jest zachowana przy głębszej warstwie gleby, tj. 0,40–0,60 m. Zastanawiające jest jednak występujące na składowiskach nr 1, 2, 3, 6, 7, 8 (rys.1) wzbogacenie warstw głębszych profilu glebowego w analizowany pierwiastek. Stan ten jest najbardziej wyraźny na składowisku nr 1, gdzie zawartość kadmu jest ponad dwukrotnie wyższa w warstwie gleby 0,40–0,60 m niż w warstwie wierzchniej. Można to tłumaczyć przemieszczeniem warstw gleby wskutek zakopywania odpadów lub niekontrolowaną migracją zanieczyszczeń w warunkach dzikiego składowiska, tj. przemieszczaniem poszczególnych warstw odpadów, różną ich miąższością, zróżnicowanym składem odpadów. Należy również zauważyć, że badane gleby charakteryzował stosunkowo niski odczyn (pH 4,4–5,5 w KCl), co również ma wpływ na mobilność metali w profilu glebowym [Siuta 1995, Kabata-Pendias, Pendias 1999]. W glebach z dzikich składowisk Do-

maradza nie zaobserwowano takiej tendencji (rys. 1). We wszystkich pozostałych punktach w warstwie wierzchniej zawartość kadmu jest równa lub wyższa (rys. 1). Po analizie uzyskanych wyników badań należy stwierdzić, że wszystkie próby pobrane z wysypisk w obydwu miejscowościach wykazały dopuszczalną zawartość kadmu – według rozporządzenia Ministra Środowiska [Rozporządzenie... 2002]. Stosując przy weryfikacji uzyskanych danych metodę IUNG-u [Kabata-Pendias i in. 1993], można zauważyć iż w żadnej z badanych prób gleb z Lipnicy Małej (grupy gleb b-g, c-g) i Domaradza (grupa gleb b-c) nie wystąpiły zawartości kadmu uznawane za zanieczyszczenie. W glebach z Domaradza podwyższone zawartości omawianego pierwiastka ( $I^p$ ) wystąpiły na składowiskach nr 11, 12, 13, natomiast dla Lipnicy były to składowiska 1 i 2.

We wszystkich próbach gleb pobranych ze składowisk w Lipnicy Małej i Domaradza (rys. 2) zawartości ołowiu występują w zakresie wartości dopuszczalnych, podawanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska [Rozporządzenie... 2002], jak i uznawanych za tło geochemiczne [Kabata-Pendias, Pendias 1999] z wyjątkiem głębszych warstw na wysypisku 2 (Lipnica). Podobnie jednak jak kadm, również ołów na wysypiskach nr 1, 2, 3, 7, 8 zlokalizowanych w Lipnicy Małej występuje w wyższych zawartościach w głębszych warstwach profilu glebowego. Należy jednak zauważyć, iż zawartości tego pierwiastka są niskie z wyjątkiem wysypiska 2 (warstwa podglebia). W odniesieniu do wartości podawanych przez Filipiaka i in. [2007], prowadzącego badania na dzikich składowiskach zlokalizowanych w Szczecinie, otrzymane zawartości są około 10 razy niższe. W praktyce nie stwierdzono żadnego wpływu dzikich składowisk na zawartości ołowiu.

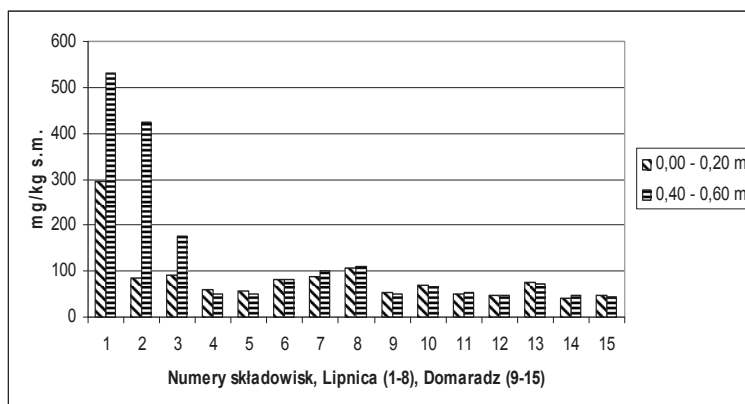


**Rys. 2.** Porównanie zawartości Pb w glebach nielegalnych składowisk w Lipnicy Małej Domaradza  
**Fig.2.** Lead content in soils of illegal landfills of Lipnica Mała and Domaradz villages

We wszystkich próbach gleb pobranych ze składowisk w Lipnicy Małej i z Domaradza zawartości ołowiu występują w zakresie wartości dopuszczalnych, podawanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska [Rozporządzenie... 2002], jak i uznawanych za naturalne

zgodnie z metodyką IUNG-u [Kabata-Pendias i in. 1993]. Podobnie jednak jak kadm, również ołów na wysypiskach nr 1, 2, 3, 7, 8 zlokalizowanych w Lipnicy Małej występuje w wyższych zawartościach w głębszych warstwach profilu glebowego. W odniesieniu do wartości podawanych przez Filipiaka i in. [2007], prowadzącego badania na dzikich składowiskach zlokalizowanych w Szczecinie, otrzymane zawartości są około 10 razy niższe. Nie stwierdzono żadnego wpływu dzikich składowisk na zawartości ołowiu.

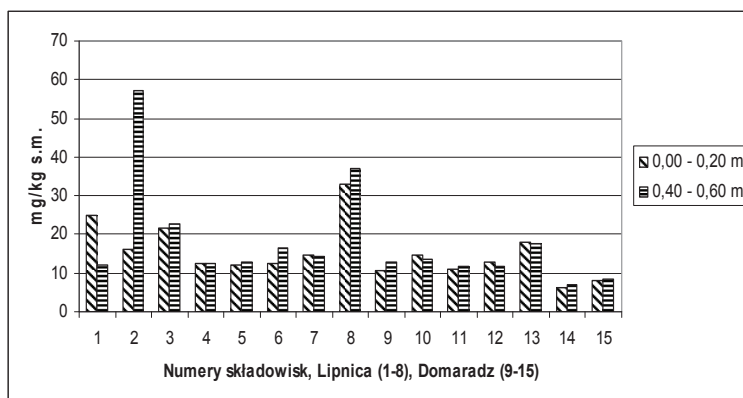
W żadnej z prób pobranych ze składowisk w obydwu miejscowościach nie stwierdzono zawartości cynku przekraczającej uznaną za dopuszczalną, podawaną w rozporządzeniu Ministra Środowiska [Rozporządzenie... 2002]. Porównując wyniki analiz z wartościami granicznymi cynku podawanymi przez IUNG [Kabata-Pendias i in. 1993], należy stwierdzić, iż podwyższone zawartości cynku występują na składowiskach nr 3, 2 i 1 (na granicy ze słabym zanieczyszczeniem), zlokalizowanych w Lipnicy Małej, oraz na składowisku nr 13 położonym w Domaradzu (rys. 3).



**Ryc. 3.** Porównanie zawartości Zn w glebach nielegalnych składowisk w Lipnicy Małej i Domaradzu  
**Fig. 3.** Zinc content in soils of illegal landfills of Lipnica Mała and Domaradz villages

Podobnie jak w przypadku kadmu i ołowiu, widoczne jest podwyższenie zawartości omawianego pierwiastka w głębszych warstwach profilu glebowego, w odniesieniu do nielegalnych składowisk nr 1, 2, 3, 7 i 8 z Lipnicy Małej (rys. 3). Sytuacja ta jest szczególnie wyraźna w odniesieniu do składowiska nr 2, gdzie zidentyfikowano ponad pięciokrotną różnicę zawartości cynku. Taki stan może być efektem oddziaływania podobnych czynników jak w przypadku zawartości ołowiu, silnie związanych z morfologią odpadów, stanem ich dekompozycji oraz mobilnością metali. Potwierdzeniem tego mogą być między innymi zidentyfikowane na składowisku nr 2 opakowania po farbach i lakierach, które w swym składzie mogą zawierać związki cynku. Porównywalny zakres zawartości omawianego metalu w glebach dzikich składowisk występujących na terenie Szczecina podaje Filipiak i in. [2007].

Zawartość miedzi we wszystkich pobranych próbach nie przekraczała zawartości dopuszczalnej podanej w rozporządzeniu Ministra Środowiska [Rozporządzenie... 2002]. Porównując otrzymane wyniki z wartościami granicznymi podawanymi przez IUNG [Kabata-Pendias i in. 1993], można stwierdzić, że również i w tym wypadku nie zostały one przekroczone.



**Rys. 4.** Porównanie zawartości Cu w glebach nielegalnych składowisk Lipnicy Małej i Domaradza  
**Fig. 4.** Copper content in soils of illegal landfills of Lipnica Mała and Domaradz villages

Najwyższe zawartości omawianego pierwiastka oznaczono w próbie pobranej z wysypiska nr 8 oraz 2 (głębsze warstwy) położonych w Lipnicy Małej (rys. 4). Są to składowiska w swym składzie morfologicznym zawierające między innymi odpady samochodowe, tj. opakowania po olejach silnikowych, akumulatory, które mogą być źródłem uwalniania tego pierwiastka do środowiska. Są wysypiska, na których zawartość miedzi jest wyższa w głębszej warstwie profilu glebowego i taki stan wystąpił na składowiskach nr 2, 3, 6 oraz 8 w Lipnicy Małej. Porównując uzyskane wyniki badań z wartościami zaproponowanymi przez IUNG [Kabata-Pendias i in. 1993], można stwierdzić, że tylko w próbie pobranej ze składowiska nr 8 (rys. 4) nastąpiło przekroczenie wartości uznawanej za naturalną, co pozwala zaklasyfikować tę glebę do ( $I^0$ ), tj. o zawartości podwyższonej.

Metoda IUNG oceny zawartości metali ciężkich w glebach dotyczy wyłącznie powierzchniowej warstwy gleby (0–20 cm). Na 15 ocenianych gleb, dla czterech metali, żadna z nich nie była w jakimkolwiek stopniu (słabym, średnim, silnym czy bardzo silnym) zanieczyszczona żadnym z analizowanych metali. Większość, tj. 83% analizowanych zawartości pierwiastków, w obydwu miejscowościach, kształtowały się na poziomie ich naturalnej zawartości ( $0^0$ ). Należy jednak zwrócić uwagę, iż występują obiekty, na których odnotowano podwyższoną zawartość pierwiastków takich, jak: kadm, cynk oraz miedź. Było ich łącznie 17%. Podwyższone zawartości kadmu dotyczyły wysypisk 1, 2, 11, 12 i 13, cynku – 1, 2, 3 i 13 oraz miedzi – 8. Podwyższone zawartości omawianych pierwiastków mogą być związane z rodzajem składowanych odpadów. Są to przede wszystkim fragmenty pokryć dachowych, blach falistych ocynkowanych



i malowanych, opakowania po farbach i lakierach, opakowania po środkach ochrony roślin (tab. 2) czy też opakowania po olejach samochodowych, baterie, akumulatory (tab. 1), z których w procesie korozji (fizycznej i chemicznej) mogą być uwalniane związki tych pierwiastków. Należy zwrócić również uwagę na niepokojący fakt, iż na składowiskach nr 2, 3 oraz 8 (rys. 1, 2, 3, 4) występuje wzbogacenie w różnym stopniu głębszych warstw profilu glebowego przez wszystkie badane pierwiastki. Stan taki niewątpliwie ściśle związany jest z rodzajem deponowanych odpadów (tab. 1 i 2), sposobem wyrzucania śmieci (np. ich zakopywaniem), okresem funkcjonowania dzikiego składowiska (zwykle trudnym do ustalenia), mających bezpośredni wpływ na mobilność opisywanych metali w glebie. Ważnym czynnikiem są również właściwości fizykochemiczne badanych gleb, które wprawdzie należy zaliczyć do gleb ciężkich (gliny średnie, ciężkie), lecz niestety o stosunkowo niskim pH (4,4–5,5 w KCl), co, jak podaje wielu autorów [Siuta 1995, Kabata-Pendias, Pendias 1999, Alloway, Ayres 1999], ma duże znaczenie dla mobilności kadmu i cynku, mniejsze dla ołowiu i miedzi. Prowadzenie dalszych badań na innych tego rodzaju obiektach w naszym kraju pozwoliłoby opracować właściwy sposób postępowania przy ich likwidacji (szczególnie w odniesieniu do wysypisk, na których występują odpady niebezpieczne). Można bowiem przyjąć, iż działania gmin najczęściej ograniczające się do wywożenia odpadów, bez jakichkolwiek działań rekultywacyjnych, np. wymiany skażonej gleby, odbudowy szaty roślinnej, są jednak niewystarczające.

## 5. WNIOSKI

1. Zawartości kadmu, ołowiu, cynku i miedzi w glebach nielegalnych składowisk odpadów zlokalizowanych w Lipnicy Małej oraz Domaradzu nie przekraczają dopuszczalnych stężeń zawartych w rozporządzeniu Ministra Środowiska.
2. Żadna z badanych prób z górnej warstwy gleby nie była zanieczyszczona według zaleceń IUNG w jakimkolwiek stopniu kadmem, ołowiem, cynkiem lub miedzią.
3. Naturalną zawartość kadmu wykazywało 66% badanych prób, ołowiu – 100%, cynku – 73%, miedzi – 93%. Pozostałe próby charakteryzowały zawartości podwyższone, odpowiednio: 34% – Cd, 0% – Pb, 27% – Zn i 7% – Cu.
4. Zawartość kadmu w glebach nielegalnych składowisk nr 1, 2 (Lipnica Mała) oraz 11, 12, 13 (Domaradz), cynku – w glebach z wysypisk nr 1, 2, 3 i 8 z Lipnicy Małej oraz zawartości miedzi w glebie ze składowiska nr 8 (Lipnica Mała), zgodnie z wytycznymi IUNG, należy uznać za podwyższone (I°).
5. Na składowiskach nr 2, 3 oraz 8 występuje wzbogacenie w różnym stopniu różnymi metalami głębszych warstw (40–60 cm) profilu glebowego w porównaniu z warstwą powierzchniową (0–20 cm).
6. Pożądane jest opracowanie schematu postępowania przy likwidacji dzikich składowisk odpadów, dające w miarę pełną możliwość neutralizacji potencjalnego skażenia środowiska.

## PIŚMIENNICTWO I AKTY PRAWNE

- ALKORTA I., HERNANDEZ-ALLICA J. BECCERRIL J.M., AMEZAGA I., ALBIZU I., GARBISU C. 2004. Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 3: 71–90.
- ALLOWAY B. J., AYRES D. C. 1999. *Chemiczne podstawy zanieczyszczenia środowiska*, PWN. Warszawa.
- BILITEWSKI B. HARDTLE G. 2006. *Podręcznik gospodarki odpadami. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Seidel – Przywecki. Wydanie II. Warszawa.
- BUTAREWICZA., BORUSZKO D. 2008. Wpływ składowania odpadów komunalnych na mikrobiologiczną jakość powietrza. [w:] *Gospodarka odpadami*. Koszalin.
- FILIPIAK P., DUSZA E., KUGLARZ K., KUŹNIAR J., ĆWIRKO K. 2007. Wpływ „dzikich wysypisk” śmieci na terenie dzielnicy Warszewo (Szczecin) na środowisko naturalne. [w:] *SKN Ochrony Środowiska AR w Szczecinie*.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN. Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., WITEK T. 1993. Ocena jakości i możliwości rolniczego użytkowania gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. *Ramowe wytyczne dla rolnictwa*. IUNG. Puławy, Puławy: 5–14.
- KONDRACKI J. 2000. *Geografia regionalna Polski*. PWN. Warszawa.
- Raport z przeprowadzonego przez Inspekcję Ochrony Środowiska ogólnokrajowego cyklu kontrolnego podmiotów prowadzących działalność w zakresie zbierania, transportu, odzysku i unieszkodliwiania odpadów komunalnych, z wyłączeniem składowisk odpadów.** 2008. GIOŚ. [www.gios.gov.pl/download.php?f=758](http://www.gios.gov.pl/download.php?f=758)
- ROSIK-DULEWSKA CZ. 2002. *Podstawy gospodarki odpadami*. PWN. Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi.** Dz.U. z 2002 r. Nr 165, poz. 1359.
- SIEMIŃSKI M. 2001. *Środowiskowe zagrożenia zdrowia*. PWN. Warszawa.
- SIUTA J. 1995. *Gleba – diagnozowanie stanu i zagrożenia*. IOŚ. Warszawa.
- SZESZENIA-DĄBROWSKA N. 1993. *Problemy zanieczyszczeń środowiska włóknami azbestu*. BMŚ (PIOŚ). Warszawa.
- SZYMAŃSKI K., SIEDEŁKO R., JANOWSKA B., SIEBIELSKA I. 2007. *Monitoring składowisk odpadów*. [w:] *Materiały VIII Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej*. [http://wbiis.tu.koszalin.pl/konferencja/konferencja2007/2007/05szymanski\\_t.pdf](http://wbiis.tu.koszalin.pl/konferencja/konferencja2007/2007/05szymanski_t.pdf)
- www.domaradz.pl 2005. Strona domowa gminy Domaradz, zakładka informacje, podstrona położenie (napisał Bober T.).**