

## ZANIECZYSZCZENIE WÓD PODZIEMNYCH W OTOCZENIU STAREGO SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH

*Agata Szymańska-Pulikowska*

Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska,  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

### Wstęp

W Polsce istnieją obecnie 993 zorganizowane składowiska odpadów komunalnych, zajmujące powierzchnię ponad 3300 ha. W 2003 roku zakończono eksploatację 107 obiektów o powierzchni 210 ha [OCHRONA ŚRODOWISKA 2004]. Trudno jednak jednoznacznie określić, jaką powierzchnię zajmują zamknięte do tej pory lub funkcjonujące jeszcze, stare składowiska, zlokalizowane i wybudowane niezgodnie z obowiązującymi przepisami [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2003] i zasadami ochrony środowiska.

Pomimo, że dane literaturowe mówią, iż największe ilości zanieczyszczeń emitowane są w pierwszych latach składowania odpadów [SZYC 2003], stare składowiska są zagrożeniem dla środowiska nawet długo po zakończeniu eksploatacji [CHELMICKI 2002; ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002] i jest to problem, z którym trudno sobie poradzić nawet przy pomocy kosztownych zabiegów rekultywacyjnych.

Celem badań było określenie stopnia zanieczyszczenia środowiska wodnego w otoczeniu starego składowiska odpadów komunalnych oraz zaawansowania procesów rozkładu przebiegających w jego wnętrzu.

### Obiekt i metody badań

Składowisko odpadów komunalnych Maślice zlokalizowane jest w północno-zachodniej części Wrocławia na przepuszczalnych utworach piaszczysto-żwirowych. Poziom lustra wód podziemnych znajduje się ok. 1–2 m powyżej stopy składowiska. Ze względu na dobrą przepuszczalność gruntu wody mogą przepływać przez najniżej położone warstwy odpadów, powodując wymywanie zanieczyszczeń. Kierunek przepływu wód podziemnych przebiega z południowego zachodu na północny wschód w stronę rzeki Odry. Składowisko składa się z dwóch części: starej, eksploatowanej od końca lat sześćdziesiątych (o powierzchni ok. 7 ha), nie posiadającej uszczelnionego podłoża oraz nowej (wybudowanej w roku 1994, o powierzchni ok. 2 ha), z uszczelnionym podłożem i drenażem odprowadzającym odcieki do zbiornika [SZYMAŃSKA-PULIKOWSKA 2001]. Na przełomie lat

1999–2000 zakończono eksploatację składowiska i rozpoczęto rekultywację obiektu. W ramach tego procesu wzmocniono zbocza hałdy odpadów gruntem zbrojonym, czasę uszczelniono materiałem syntetyczno-mineralnym, a od strony dopływu wód podziemnych (w roku 2002) wykonano sięgający do warstwy nieprzepuszczalnej ekran, mający zatrzymywać dopływające wody podziemne.

W pracy przedstawiono wyniki analiz zawartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w odciekach ze składowiska odpadów komunalnych Maślice oraz w wodach podziemnych pobieranych w sąsiedztwie składowiska (po stronie odpływu). Przedstawione wyniki badań pochodzą z roku 1995, kiedy rozpoczęto eksploatację nowej, uszczelnionej kwatery składowiska, wyposażonej w instalację do odprowadzania odcieków oraz z roku 2003 (zbiornik na odcieki został zasypany w ramach rekultywacji obiektu w następnym roku). Próby pobierano 3-krotnie w ciągu roku: odcieki wysypiskowe ze zbiornika, wody podziemne z piezometru zlokalizowanego po stronie odpływu wód podziemnych za składowiskiem. Przed pobraniem prób wód podziemnych dwukrotnie wypompowywano wodę stagnującą w studni piezometrycznej. W badanych wodach i odciekach oznaczano: pH,  $\text{ChZT}_{(\text{Cr})}$ , zawartość azotu amonowego i azotanowego, magnezu, potasu, sodu, wapnia, chlorków, niklu, chromu, cynku, miedzi, ołowiu i kadmu zgodnie z opisywaną w literaturze metodyką [NAMIEŚNIK i in. 1995; HERMANOWICZ i in. 1999].

## Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań składu chemicznego odcieków z uszczelnionej części składowiska Maślice. Zamieszczone wartości to średnie i odchylenia standardowe (dla odczynu – zakres) dla roku 1995 (odcieki zawierały wtedy zanieczyszczenia wymywane ze świeżych odpadów) oraz dla roku 2003 (po 10 latach eksploatacji nowej części obiektu). Analiza przedstawionych wyników wykazuje, że wskaźniki takie jak: odczyn,  $\text{ChZT}_{(\text{Cr})}$ , zawartość azotu amonowego, magnezu, wapnia, cynku, miedzi, ołowiu i kadmu, przyjmują wartości typowe dla odcieków ze starych składowisk, wewnątrz których następuje już stabilizacja procesów rozkładu [CHEŁMIŃSKI 2002; MAGDZIAREK, SOBCZYŃSKI 2002]. Niektóre z nich (zawartości azotu azotanowego) w przypadku składowiska Maślice wcześniej również utrzymywały się na podobnym poziomie. W czasie badań wzrosło natomiast wymywanie ze zdeponowanych odpadów potasu, sodu i chromu związane ze zdeponowaniem w ostatnich latach eksploatacji składowiska dużych ilości świeżych odpadów. Wraz ze starzeniem się składowiska zmniejszał się rozrzut otrzymanywnych wyników (mniejsze wartości odchylenia standardowego) w przypadku takich wskaźników, jak zawartość: azotu amonowego i azotanowego, potasu, sodu, wapnia, cynku, miedzi i kadmu, czyli także tych, których wymywanie wzrosło. Jednak pomimo pewnej poprawy składu odcieków, porównanie ich składu z rozporządzeniem MŚ w sprawie ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2004], wyklucza taką możliwość ich unieszkodliwiania, ze względu na przekroczenie dopuszczalnych wartości zamieszczonych w rozporządzeniu wskaźników ( $\text{ChZT}_{(\text{Cr})}$ , zawartość azotu amonowego, potasu, sodu, chlorków).

W tabeli 2 przedstawiono wartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w wodach podziemnych pobieranych po stronie ich odpływu (za składowiskiem) w tym samym czasie, kiedy pobierane były odcieki wysypiskowe. W badanych wo-

dach podziemnych w roku 2003, w porównaniu do roku 1995, zwiększył się zakres wahań odczynu, a także wzrosły wartości prawie wszystkich badanych wskaźników zanieczyszczeń (z wyjątkiem zawartości wapnia) przy jednoczesnym zwiększeniu rozrzutu otrzymywanych wyników (wyższe wartości odchylenia standardowego).

Tabela 1; Table 1

Wskaźniki zanieczyszczeń w badanych odciekach wysypiskowych  
Contamination indicators in the investigated landfill effluents

Wskaźniki Indices	1995		2003	
	średnia mean	odchylenie standardo- we standard dev.	średnia mean	odchylenie standardo- we standard dev.
Odczyn; Reaction (pH)	6,2–7,0	–	6,7–8,6	–
ChZT <sub>(Cr)</sub> ; COD <sub>(Cr)</sub> (mg O <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	20457	3202,6	2039,4	2021,6
Azot amonowy; Ammonium nitrogen (mg N-NH <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	815,5	395,1	144,4	43,5
Azot azotanowy; Nitrate nitrogen (mg N-NO <sub>3</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	0,67	0,53	0,72	0,05
Magnez; Magnesium (mg Mg·dm <sup>-3</sup> )	280,0	20,0	71,3	25,5
Potas; Potassium (mg K·dm <sup>-3</sup> )	905,8	423,5	2117,7	73,5
Sód; Sodium (mg Na·dm <sup>-3</sup> )	1013,1	273,4	2461,0	26,2
Wapń; Calcium (mg Ca·dm <sup>-3</sup> )	480,7	160,1	60,7	63,1
Chlorki; Chlorides (mg Cl·dm <sup>-3</sup> )	1947,3	153,6	1844,7	1131,4
Nikiel; Nickel (mg Ni·dm <sup>-3</sup> )	0,172	0,111	0,187	0,145
Chrom; Chromium (mg Cr·dm <sup>-3</sup> )	0,165	0,049	0,219	0,194
Cynk; Zinc (mg Zn·dm <sup>-3</sup> )	0,684	0,542	0,074	0,046
Miedź; Copper (mg Cu·dm <sup>-3</sup> )	0,218	0,094	0,024	0,004
Ołów; Lead (mg Pb·dm <sup>-3</sup> )	0,070	0,022	0,023	0,035
Kadm; Cadmium (mg Cd·dm <sup>-3</sup> )	0,0099	0,002	0,0002	0,0004

Odmienny charakter zmian składu wód podziemnych wynika przypuszczalnie z faktu, iż odcieki pochodzą z uszczelnionej, mniejszej części składowiska a wody podziemne przechwytyją zanieczyszczenia z większej, nieuszczelnionej części obiektu, na której w czasie eksploatacji zgromadzono odpowiednio większą ilość odpadów [SZYMAŃSKA-PULIKOWSKA 2003]. Część z analizowanych wskaźników zanieczyszczeń (ChZT<sub>(Cr)</sub>, zawartość azotu amonowego, potasu, sodu, chlorków i niklu), przyjmuje wyraźnie wyższe wartości od stwierdzonych w czasie badań prowadzonych na innych starych składowiskach [SZYSZKOWSKI 1998; TAŁAŁAJ 2001]. Ilość emitowanych do gruntu zanieczyszczeń jest tak duża, że nie ograniczyły jej nawet przeprowadzone do tej pory zabiegi rekultywacji technicznej: przykrycie wierzchowiny składowiska i budowa ekranu odcinającego dopływ czystych wód podziemnych. Utrzymujący się wysoki poziom zanieczyszczenia wód podziemnych na terenie otaczającym składowisko Maślice kwalifikuje badane wody do V klasy, czyli do wód złej jakości (według obowiązującego do końca 2004 roku sposobu klasyfikacji wód podziemnych) [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2004].

Tabela 2; Table 2

Wskaźniki zanieczyszczeń w badanych wodach podziemnych  
Contamination indicators in the investigated underground waters

Wskaźniki Indices	1995		2003	
	średnia mean	odchylenie standardo- we standard dev.	średnia mean	odchylenie stan- dardowe standard dev.
Odczyn; Reaction (pH)	6,1–6,8	–	5,9–7,3	–
ChZT <sub>(Ct)</sub> ; COD <sub>(Ct)</sub> (mg O <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	1313,3	652,1	8787,4	784,4
Azot amonowy; Ammonium nitrogen (mg N-NH <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	127,6	18,7	1243,1	227,8
Azot azotanowy; Nitrate nitrogen (mg N-NO <sub>3</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	0,19	0,12	1,53	1,24
Magnez; Magnesium (mg Mg·dm <sup>-3</sup> )	24,0	3,3	127,7	32,3
Potas; Potassium (mg K·dm <sup>-3</sup> )	256,2	33,7	2545,7	512,3
Sód; Sodium (mg Na·dm <sup>-3</sup> )	489,7	163,3	4808,3	1233,9
Wapń; Calcium (mg Ca·dm <sup>-3</sup> )	152,3	5,4	151,1	155,1
Chlorki; Chlorides (mg Cl·dm <sup>-3</sup> )	1576,7	175,1	7733,3	8139,6
Nikiel; Nickel (mg Ni·dm <sup>-3</sup> )	0,143	0,018	0,714	0,174
Chrom; Chromium (mg Cr·dm <sup>-3</sup> )	0,112	0,008	3,549	1,260
Cynk; Zinc (mg Zn·dm <sup>-3</sup> )	0,208	0,032	0,979	0,976
Miedź; Copper (mg Cu·dm <sup>-3</sup> )	0,100	0,016	0,177	0,127
Ołów; Lead (mg Pb·dm <sup>-3</sup> )	0,065	0,008	0,081	0,103
Kadm; Cadmium (mg Cd·dm <sup>-3</sup> )	0,006	0,001	0,003	0,002

## Wnioski

Analiza przedstawionych wyników badań skłania do sformułowania następujących wniosków:

- Po 10 latach eksploatacji nowej kwatery składowiska widoczna jest stabilizacja składu i obniżanie wartości większości analizowanych wskaźników zanieczyszczeń w odciekach wysypiskowych, chociaż ich skład w dalszym ciągu nie pozwala na odprowadzanie ich do wód lub do ziemi.
- Wzrost zawartości potasu, sodu i chromu w odciekach (w porównaniu do początkowego okresu badań) wynika z nagromadzenia dużej ilości świeżych odpadów w ostatniej fazie eksploatacji składowiska. Można zatem oczekiwać, że wraz z upływem czasu wartości te także będą się obniżać.
- Wody podziemne pobierane w sąsiedztwie składowiska Maślice wykazują wyraźny wzrost zanieczyszczenia w porównaniu z początkowym okresem badań, co związane jest z przechwytywaniem zanieczyszczeń z nieuszczelnionej części składowiska, na której zgromadzono większą ilość odpadów.

## Literatura

- CHELMICKI W. 2002. *Woda. Zasoby, degradacja, ochrona*. Wyd. Nauk. PWN Warszawa: 306 ss.
- HERMANOWICZ W., DOŻAŃSKA W., DOJLIDO J., KOZIOROWSKI B., ZERBE J. 1999. *Fizyko-chemiczne badanie wody i ścieków*. Arkady, Warszawa: 556 ss.
- MAGDZIAREK M., SOB CZYŃSKI T. 2002. *Gospodarka odciekami na składowiskach odpadów komunalnych oraz wpływ recyrkulacji odcieków na ich skład chemiczny*. Mat. VII Konf. Nauk.-Techn. „Gospodarka odpadami komunalnymi – nowe uwarunkowania prawne” Koszalin – Kołobrzeg, czerwiec 2002: 39–53.
- NAMIEŚNIK J., ŁUKASIAK J., JAMRÓGIEWICZ Z. 1995. *Pobieranie próbek środowiskowych do analizy*. Wydawn. Nauk. PWN Warszawa: 277 ss.
- OCHRONA ŚRODOWISKA 2004. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa: 508 ss.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002. *Z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów*. Dz. U. Nr 220/2002, poz. 1858.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2003. *Z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów*. Dz. U. Nr 61/2003, poz. 549.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2004. *Z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód*. Dz. U. Nr 32/2004, poz. 284.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2004. *Z dnia 8 lipca 2004 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego*. Dz. U. Nr 168/2004, poz. 1763.
- SZYC J. 2003. *Ocieki ze składowisk odpadów komunalnych*. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa: 93 ss.
- SZYMAŃSKA-PULIKOWSKA A. 2001. *Wpływ sposobu eksploatacji wysypiska odpadów komunalnych na jakość wód podziemnych i powierzchniowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 477: 487–492.
- SZYMAŃSKA-PULIKOWSKA A. 2003. *Odpady komunalne jako źródło metali ciężkich w środowisku przyrodniczym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 492: 391–398.
- SZYSZKOWSKI P. 1998. *Wpływ wysypiska odpadów komunalnych w Swojcu na zanieczyszczenie wód podziemnych na terenie przyległym*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu nr 349, Ser. Inżynieria Środowiska X: 209–231.
- TALAŁAJ I.A. 2001. *Jakość wód gruntowych w studniach kopanych w pobliżu składowiska odpadów komunalnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 475: 497–504.

**Słowa kluczowe:** składowisko, ocieki, wody podziemne, zanieczyszczenie

## Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki analiz zawartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w odciekach ze składowiska odpadów komunalnych Maślice oraz

w wodach podziemnych pobieranych w sąsiedztwie składowiska (po stronic odpływu). Określono stopień zanieczyszczenia środowiska wodnego w otoczeniu starego składowiska oraz (pośrednio) zaawansowania procesów rozkładu przebiegających w jego wnętrzu.

Analiza przedstawionych wyników badań odcieków wysypiskowych wykazała stabilizację składu a nawet obniżanie wartości większości wskaźników zanieczyszczeń, chociaż ich skład w dalszym ciągu nie pozwalał na odprowadzanie do wód lub do ziemi. Natomiast wzrost zawartości potasu, sodu i chromu (w porównaniu do początkowego okresu badań) wynikał z nagromadzenia dużej ilości świeżych odpadów w ostatniej fazie eksploatacji składowiska. Wpłynęło to także na wzrost zanieczyszczenia wód podziemnych w sąsiedztwie składowiska.

## THE UNDERGROUND WATER CONTAMINATION IN THE SURROUNDINGS OF AN OLD MUNICIPAL LANDFILL

*Agata Szymańska-Pulikowska*

Department of Agricultural Basis for Environment Planning,  
Agricultural University, Wrocław

Key words: waste dump, effluents, underground waters, contamination

### Summary

The paper presents the results of content analysis of selected contamination parameters in effluents from the municipal waste dump at Maślice, and in underground waters in the vicinity of the landfill (on the efflux side).

Analysis of the presented results on the landfill effluents showed a stabilization of the composition and even a decrease in the values of all the contamination parameters, although the effluents composition still did not allow draining them into waters or the ground. The increase found in the content of potassium, sodium and chromium (compared with the initial period of the study) was due to the accumulation of vast amounts of fresh waste in the final phase of landfill utilization. This also contributed to the increase in the underground water contamination in the vicinity of the landfill.

Dr inż. Agata **Szymańska-Pulikowska**  
Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska  
Akademia Rolnicza  
Plac Grunwaldzki 24  
50-363 WROCŁAW  
e-mail: asp@ozi.ar.wroc.pl