

Paweł Wiercik, Agata Szymańska-Pulikowska

WPLYW SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH W WOJCZYCACH NA JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH

THE INFLUENCE OF MUNICIPAL WASTE DUMPING GROUND IN WOJCZYCE ON GROUNDWATER QUALITY

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki oznaczeń wybranych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych (zawartości azotu azotanowego, chlorków, sodu, potasu, wapnia i magnezu) pobranych wiosną i jesienią 2006 roku z sześciu piezometrów zlokalizowanych wokół składowiska odpadów komunalnych w Wojcyczach, będących uzupełnieniem wcześniej prowadzonego monitoringu.

Wody podziemne dopływające do składowiska odpadów komunalnych w Wojcyczach charakteryzowały się dobrą jakością. W wodach odpływających z terenu składowiska stwierdzono wzrost wartości wszystkich analizowanych wskaźników zanieczyszczeń, jednak tylko w niektórych punktach badawczych powodowało to znaczące pogorszenie jakości badanych prób.

Słowa kluczowe: składowisko odpadów komunalnych, wody podziemne, skład chemiczny

Summary

In this article the results of analysis of selected water contaminants (nitrate nitrogen, chlorides, magnesium, sodium, potassium, calcium) in groundwater samples taken in spring and autumn of year 2006 from six piezometers located in the municipal waste dumping ground in Wojczyce area (completing the former monitoring), were presented.

Groundwater flowing to the municipal waste dumping ground in Wojczyce was characterized by the good quality. In groundwater flowing out behind the dumping ground an increase of analysed pollutants' concentration was observed, however only in some of the piezometers it caused essential deterioration of groundwater quality.

Key words: municipal waste dumping ground, groundwater, chemical constitution

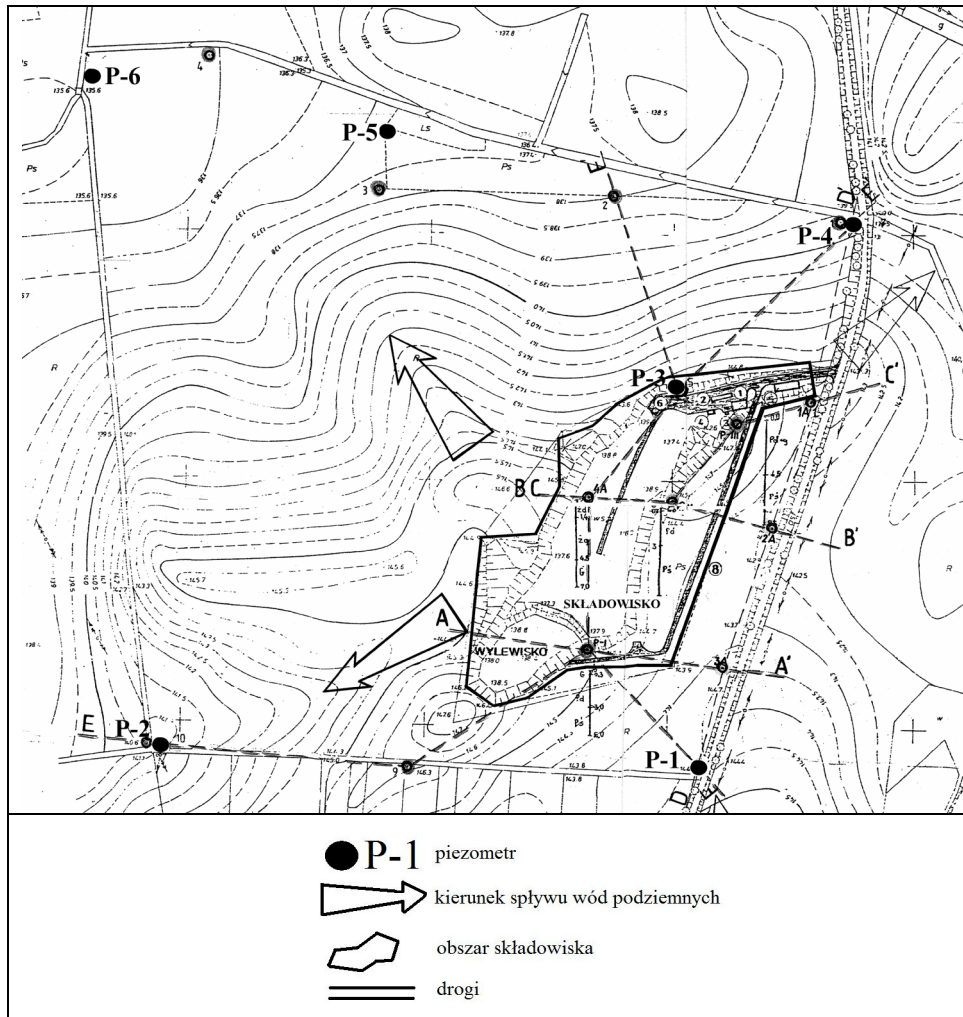
WSTĘP

Mimo największych starań, każda działalność człowieka w mniejszym bądź większym stopniu wpływa na środowisko, między innymi przez zajmowanie i przekształcanie powierzchni oraz wytwarzanie odpadów. Stanowią one jeden z największych problemów dzisiejszej gospodarki ze względu na stale rosnącą populację i, co się z tym wiąże, rosnącą produkcję odpadów. W Polsce i w innych krajach dominującą metodą zagospodarowania odpadów jest ich wywóz na składowiska, co pod względem ochrony środowiska nie jest dobrym rozwiązaniem. Składowiska odpadów zajmują duże powierzchnie, a ze względu na przemiany biochemiczne, którym podlegają składowane odpady, oddziałują niekorzystnie na różne elementy środowiska, w tym na wody podziemne. Zanieczyszczenie wód podziemnych, a także gleb związane jest z powstawaniem i migracją odcieków, powstających przede wszystkim na skutek przepływu wód opadowych przez warstwę odpadów. Woda ułatwia przebieg wielu reakcji chemicznych, a także rozpuszczanie i wymywanie substancji zawartych w odpadach, powodując zanieczyszczenie środowiska wodnego [Stępiak 2001; Szyszkowski 1998].

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAWCZEGO

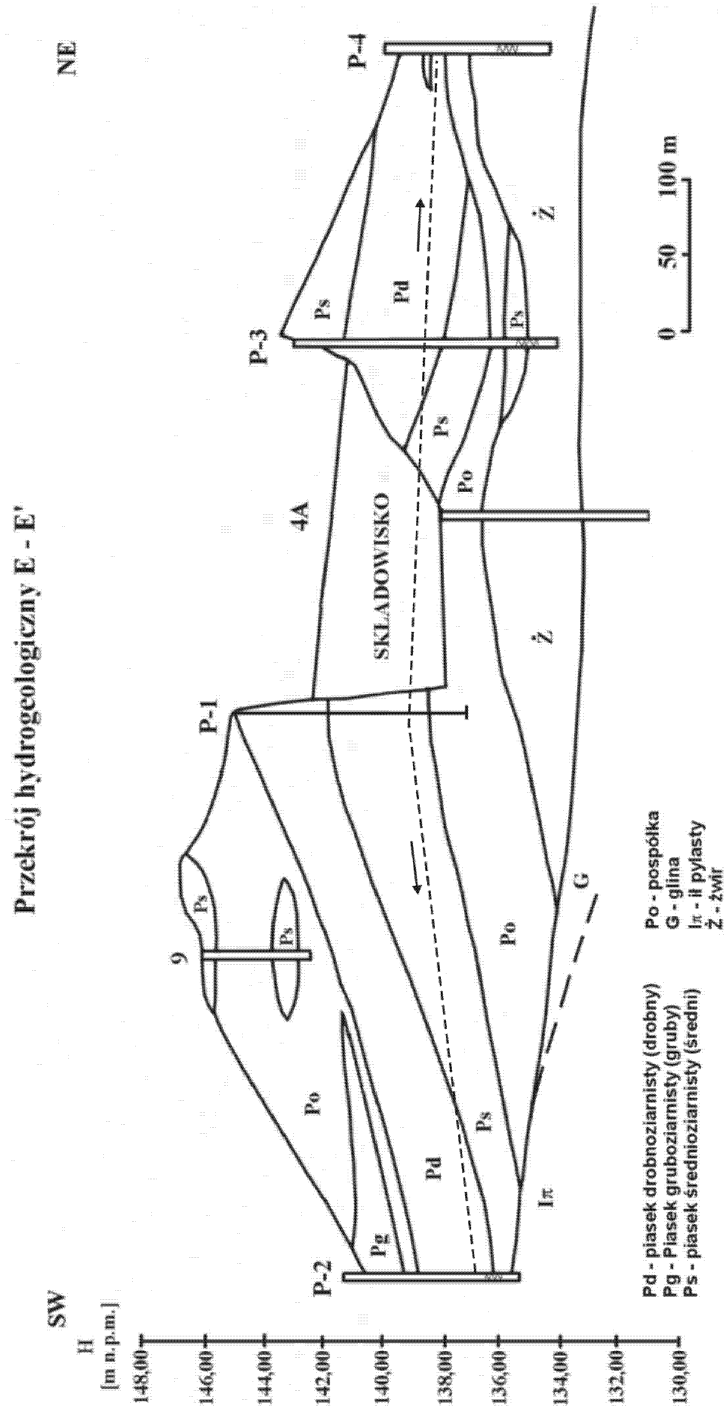
Składowisko odpadów komunalnych (rys. 1) zlokalizowane jest w miejscowości Wojczyce, 7 km od Środy Śląskiej, na terenie gminy Środa Śląska. Jego eksploatacja rozpoczęła się w 1984 roku, w nieczynnym wyrobisku żwirowym, o średniej głębokości 6 m. Do 1992 roku działało na tym terenie również wylewisko nieczystości płynnych, które obecnie wywożone są do oczyszczalni ścieków. Powierzchnia składowiska wynosi 4,7 ha, a pojemność około 500 000 m³. Zamknięcie składowiska nastąpiło w grudniu 2009 roku, trwa jego rekultywacja. Wśród zdeponowanych odpadów można wyróżnić między innymi odpady komunalne, organiczne, żużel, gruz, odpady z tworzyw sztucznych, frakcję nieulegającą biodegradacji, ziemię, a także odpady z czyszczenia ulic.

Otoczenie składowiska stanowią grunty rolne, od zachodu składowisko graniczy z sadem, a na północnym-zachodzie znajduje się niewielki obszar łąk i terenów leśnych. Najbliższy ciek, uchodzący do Średzkiej Wody, znajduje się około 200 m na północ od składowiska i jest to rów melioracyjny R-45. Odległość od najbliższych terenów zabudowanych wynosi 300 m. 800 m na północ od składowiska, we wsi Wojczyce, znajduje się ujęcie wód podziemnych z utworów czwartorzędowych, składające się z 2 studni o głębokości 32 m i wydajności eksploatacyjnej 31 m³/h.

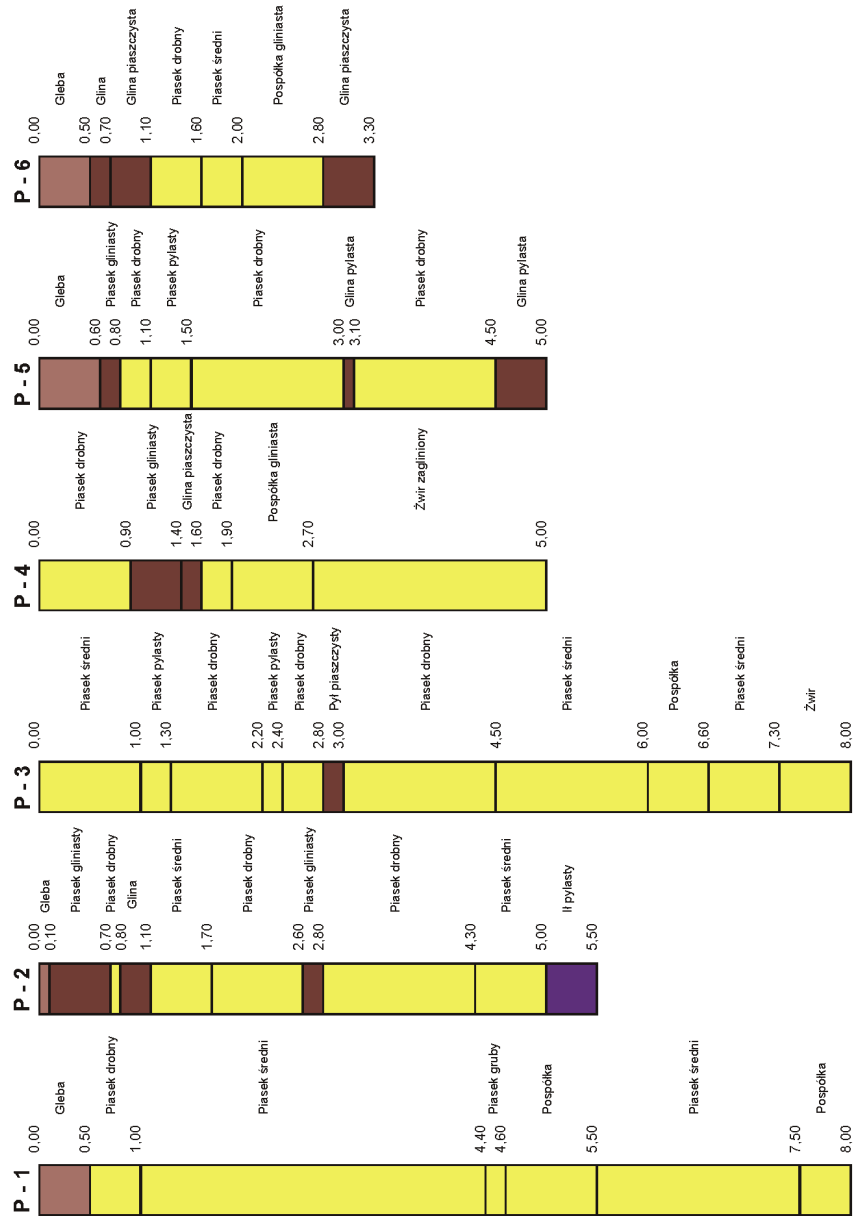


Rysunek 1. Lokalizacja punktów badawczych wokół składowiska odpadów komunalnych w Wojczycach [Dokumentacja geologiczna... 1999]
Figure 1. Location of sampling points in the municipal waste dumping ground in Wojczyce area [Dokumentacja geologiczna... 1999]

Składowisko nie ma systemu uszczelnienia podłoża i odprowadzenia odcieków. Naturalną barierę geologiczną stanowią warstwy glin i iłów, zalegające na głębokości od kilku do kilkunastu metrów poniżej powierzchni terenu (rys. 2). Powyżej występują głównie utwory przepuszczalne: piaski, żwiry, pospółki [Instrukcja eksploatacji... 2002; Przegląd ekologiczny... 2002; Morga, Moryl 2001].



Rysunek 2. Przekrój hydrogeologiczny podłoża składowiska [Dokumentacja geologiczna... 1999]
Figure 2. Hydrogeological section of landfill substratum [Dokumentacja geologiczna... 1999]



Rysunek 3. Profile geologiczne studni piezometrycznych [Dokumentacja geologiczna... 1999]
Figure 3. Stratigraphic sections of piezometric wells [Dokumentacja geologiczna... 1999]

W podłożu składowiska, w utworach czwartorzędowych, występują trzy poziomy wodonośne. Pierwszy poziom (gruntowy) występuje na głębokości od 1 do około 5 m poniżej powierzchni terenu (ppt). Wody dopływają z kierunku południowo-wschodniego. Kolejne 2 poziomy wodonośne są oddzielone od siebie słabo przepuszczalnymi glinami morenowymi. Pierwszy z nich znajduje się na głębokości 12–13,8 m poniżej powierzchni terenu, a drugi na głębokości 17–26 m poniżej powierzchni terenu [Dokumentacja geologiczna... 1999].

METODYKA BADAŃ

Monitoring wód podziemnych prowadzony jest na podstawie sześciu otworów obserwacyjnych (piezometrów), rozmieszczonych wokół składowiska (rys. 1). Należy zwrócić uwagę na fakt, że przy instalowaniu piezometrów P-1, P-3 i P-4 nie dowiercono się do warstw nieprzepuszczalnych, co nie pozwala na pobranie prób reprezentatywnych w danym miejscu dla całej objętości warstwy wodonośnej (rys. 3). Próby wód dopływających pobierane są z piezometru P-1, piezometr P-3 został zainstalowany na terenie składowiska, pozostałe zlokalizowano w obrębie strumienia wód odpływających za składowiskiem. Badania wód podziemnych prowadzone były wiosną (maj) i jesienią (listopad) 2006 roku, objęto nimi wszystkie punkty. Przed pobraniem prób mierzono głębokość zalegania zwierciadła wód podziemnych oraz wypompowywano stagnującą wodę [Namieśnik i in. 1995]. Zakres analiz obejmował oznaczenia zawartości chlorków, azotu azotanowego, wapnia, magnezu, sodu i potasu. Analizy właściwości chemicznych wód podziemnych przeprowadzono powszechnie stosowanymi metodami [Hermanowicz i in. 1999]. Porównano je z wynikami monitoringu, prowadzonego w roku 1999 [Dokumentacja geologiczna... 1999] i 2002 [Ocena jakości... 2002], kiedy próby do badań pobierano z piezometrów P-3, P-4 i P-5.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów głębokości zwierciadła wód podziemnych, przeprowadzonych w maju i listopadzie 2006 r. w sześciu otworach obserwacyjnych na terenach przylegających do składowiska odpadów komunalnych w Wojczycach. Położenie zwierciadła pierwszego poziomu wodonośnego wskazuje na przepływ od piezometru P-1 do pozostałych punktów, zgodnie z kierunkami przedstawionymi na rysunku 1. Jesienią w analizowanych otworach obserwacyjnych stwierdzono wyższy poziom wód – największa zmiana (w porównaniu do pomiarów wiosennych) nastąpiła w punkcie P-4, najmniejsza w P-2. Analiza głębokości położenia zwierciadła wód podziemnych w punktach badawczych wykazuje, że piezometr P-4 może znajdować się poza zasięgiem oddziaływania składowiska, a przepływ w tym miejscu następuje

w innym kierunku. Dla omawianego składowiska nie wykonywano map hydrogeologicznych, co znacznie utrudnia rozpoznanie warunków przepływu wód podziemnych.

Porównanie wyników oznaczeń wybranych wskaźników zanieczyszczenia wód podziemnych z wcześniej prowadzonymi badaniami przedstawiono w tabelach 2–7. Wartości parametrów zanieczyszczeń oznaczanych w wodach dopływających do składowiska (P-1 – tab. 2) były typowe dla tła hydrogeochemicznego i tylko stężenia wapnia wyraźnie przekroczyły zakres odpowiadający I klasie jakości wód podziemnych [Rozporządzenie Ministra Środowiska... 2008]. Analizy zawartości badanych składników w pozostałych punktach obserwacyjnych (tab. 3–7) wykazały wzrost głównie w wodach pobieranych z piezometru P-4 (wszystkie wskaźniki) oraz P-5 (poza stężeniami azotu azotanowego). W wodach podziemnych z punktu P-6 rosły zawartości chlorków, magnezu i wapnia. Ponieważ zwierciadło wód podziemnych w tych trzech punktach (P-4, P-5 i P-6) zalegało stosunkowo płytko, skład wód mógł być związany nie tylko z oddziaływaniem składowiska, ale także z dopływem zanieczyszczeń rolniczych lub komunikacyjnych. Pomimo bezpośredniego sąsiedztwa złoża składowanych odpadów nie zaobserwowano wyraźnych zmian składu wód pobieranych w punkcie P-3, co mogło wynikać z położenia przy północno-zachodnim krańcu składowiska oraz z nieprawidłowej budowy samej studni, obejmującej swoim zasięgiem tylko część warstwy wodonośnej. Najmniejsze oddziaływanie stwierdzono w próbach pobranych z piezometru P-2, położonego na południowy zachód od krawędzi składowiska. Rosły w nich jedynie stężenia azotu azotanowego, stężenia pozostałych wskaźników ulegały obniżeniu, prawdopodobnie wskutek rozcieńczenia. Należy podkreślić, że obserwowane zmiany nie powodowały znaczącego pogorszenia jakości badanych wód podziemnych. W punktach P-1 do P-3 (tab. 2–4) badane wody można było zaliczyć do klasy II-III (dobrej lub zadowalającej jakości). Większe zanieczyszczenie wód podziemnych pobieranych ze studni piezometrycznych P-4 do P-6 (tab. 5–7) powodowało konieczność zaliczenia ich do klasy IV lub V (wody niezadowalającej lub złej jakości) [Rozporządzenie Ministra Środowiska... 2008]. Charakterystyczne dla omawianego terenu były podwyższone stężenia wapnia, występujące także w dopływie do składowiska.

Skład wód podziemnych pobieranych w 2006 roku różnił się od prób analizowanych w latach 1999 i 2002, głównie pod względem zawartości wapnia w punktach P-2 (spadek w stosunku do stężeń z roku 1999) i P-5 (wzrost w porównaniu do roku 1999 i 2002). W wodach z piezometru P-5 wzrosła także zawartość sodu. Podobnie, jak w 2006 roku, we wcześniejszych badaniach największe zanieczyszczenie wód podziemnych w otoczeniu składowiska Wojczyce stwierdzono w punktach P-4 i P-5, najmniejsze w punktach P-1, P-2 i P-3.

Tabela 1. Głębokość zwierciadła wód podziemnych w otoczeniu składowiska odpadów komunalnych w Wojczycach w 2006 roku
Table 1. Ground water level in the vicinity of municipal waste dumping ground in Wojczyce in 2006 year

Numer piezometru	Rzędna terenu (m n.p.m.)	Głębokość zwierciadła wód podziemnych (m ppt)		Położenie zwierciadła wód podziemnych (m n.p.m.)	
		wiosna	jesień	wiosna	jesień
P-1	144,4	5,27	5,09	139,13	139,31
P-2	140,7	4,16	4,01	136,54	136,69
P-3	142,6	4,97	4,66	137,63	137,94
P-4	139,8	1,78	1,36	138,02	138,44
P-5	137,1	0,84	0,6	136,26	136,50
P-6	135,6	0,89	0,72	134,71	134,88

Tabela 2. Wybrane właściwości wód podziemnych dopływających do składowiska – piezometr P-1
Table 2. Selected characteristics of groundwater flowing to the dumping ground – piezometer P-1

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Piezometr P-1			Klasa jakości wody
		1999*	2006		
		jesień	wiosna	jesień	
Chlorki	mg Cl · dm ⁻³	63,81	40	60	I–II
Azot azotanowy	mg N-NO ₃ · dm ⁻³	1,31	1,65	0,97	I
Magnez	mg Mg · dm ⁻³	11,72	6,4	5,2	I
Sód	mg Na · dm ⁻³	13,62	14,84	16,32	I
Potas	mg K · dm ⁻³	3,04	4,56	2,9	I
Wapń	mg Ca · dm ⁻³	152,80	121,38	114,95	III

*[Dokumentacja geologiczna... 1999]

Tabela 3. Wybrane właściwości wód podziemnych wypływających za składowiskiem – piezometr P-2
Table 3. Selected characteristics of groundwater flowing out behind the dumping ground – piezometer P-2

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Piezometr P-2			Klasa jakości wody
		1999*	2006		
		jesień	wiosna	jesień	
Chlorki	mg Cl · dm ⁻³	19,85	4	16	I
Azot azotanowy	mg N-NO ₃ · dm ⁻³	2,64	2,58	2,6	II
Magnez	mg Mg · dm ⁻³	4,77	1,2	1,4	I
Sód	mg Na · dm ⁻³	6,14	3,71	2,23	I
Potas	mg K · dm ⁻³	2,78	4,15	3,32	I
Wapń	mg Ca · dm ⁻³	91,39	57,12	52,84	II

*[Dokumentacja geologiczna... 1999]

Tabela 4. Wybrane właściwości wód podziemnych wypływających za składowiskiem – piezometr P-3**Table 4.** Selected characteristics of groundwater flowing out behind the dumping ground – piezometer P-3

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Piezometr P-3				Klasa jakości wody
		1999*	2002**	2006		
		jesień	wiosna	wiosna	jesień	
Chlorki	mg Cl · dm ⁻³	14,89	17,19	2	12	I
Azot azotanowy	mg N-NO ₃ · dm ⁻³	0,86	1,56	0,16	0,05	I
Magnez	mg Mg · dm ⁻³	16,49	14,58	8,8	7,0	I
Sód	mg Na · dm ⁻³	7,50	8,87	6,31	4,45	I
Potas	mg K · dm ⁻³	0,94	0,96	1,24	1,24	I
Wapń	mg Ca · dm ⁻³	81,40	109,96	62,83	75,68	II–III

*[Dokumentacja geologiczna... 1999], **[Ocena jakości... 2002]

Tabela 5. Wybrane właściwości wód podziemnych wypływających za składowiskiem – piezometr P-4**Table 5.** Selected characteristics of groundwater flowing out behind the dumping ground – piezometer P-4

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Piezometr P-4				Klasa jakości wody
		1999*	2002**	2006		
		jesień	wiosna	wiosna	jesień	
Chlorki	mg Cl · dm ⁻³	99,26	102,81	30	122	I–II
Azot azotanowy	mg N-NO ₃ · dm ⁻³	2,1	4,38	3,76	4,6	I–II
Magnez	mg Mg · dm ⁻³	23,44	24,43	16,5	18	I
Sód	mg Na · dm ⁻³	23,90	27,90	27,82	28,2	I
Potas	mg K · dm ⁻³	6,25	5,44	6,64	10,79	I–III
Wapń	mg Ca · dm ⁻³	163,51	204,20	189,21	188,5	III–IV

*[Dokumentacja geologiczna... 1999], **[Ocena jakości... 2002]

Tabela 6. Wybrane właściwości wód podziemnych wypływających za składowiskiem – piezometr P-5**Table 6.** Selected characteristics of groundwater flowing out behind the dumping ground – piezometer P-5

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Piezometr P-5				Klasa jakości wody
		1999*	2002**	2006		
		jesień	wiosna	wiosna	jesień	
Chlorki	mg Cl · dm ⁻³	88,63	97,49	14	420	I–IV
Azot azotanowy	mg N-NO ₃ · dm ⁻³	0,11	0,09	0,03	0,01	I
Magnez	mg Mg · dm ⁻³	9,55	27,95	36	45,2	I–II
Sód	mg Na · dm ⁻³	35,13	34,71	86,07	113,53	I–II
Potas	mg K · dm ⁻³	10,45	7,62	46,48	14,94	I–V
Wapń	mg Ca · dm ⁻³	237,05	202,78	545,5	428,4	IV–V

*[Dokumentacja geologiczna... 1999], **[Ocena jakości... 2002]

Tabela 7. Wybrane właściwości wód podziemnych wypływających za składowiskiem – piezometr P-6

Table 7. Selected characteristics of groundwater flowing out behind the dumping ground – piezometer P-6

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Piezometr P-6			Klasa jakości wody
		1999*	2006		
		Jesień	Wiosna	Jesień	
Chlorki	mg Cl · dm ⁻³	99,97	62	66	II
Azot azotanowy	mg N-NO ₃ · dm ⁻³	0,135	0,009	0,002	I
Magnez	mg Mg · dm ⁻³	4,77	24,5	24,6	I
Sód	mg Na · dm ⁻³	23,56	17,81	17,81	I
Potas	mg K · dm ⁻³	1,77	4,15	4,15	I
Wapń	mg Ca · dm ⁻³	300,59	178,5	184,93	III–V

*[Dokumentacja geologiczna... 1999]

Pomimo braku uszczelnienia i systemu ujmowania i odprowadzania odcieków badane wody podziemne charakteryzowały kilka, a nawet kilkadziesiąt razy niższe wartości analizowanych wskaźników zanieczyszczeń w porównaniu do składowisk odpadów komunalnych w Swojcu, Maślicach lub w regionie Zielonych Płuc Polski [Szymańska-Pulikowska 2009, Szyszkowski 1998, Tałałaj 2001]. Także wody podziemne pobierane w rejonie składowiska w Strzyżowie wykazywały gorszą jakość (poza zawartością wapnia) [Fizykochemiczne... 1995]. Wody podziemne w otoczeniu składowisk zlokalizowanych w Sianowie i Sobniowie zawierały więcej chlorków, sodu i potasu [Fizykochemiczne... 1995, Szymański, Siebielska 2000]. Natomiast badania prowadzone na terenie składowiska w Kielczu wykazywały mniejsze zanieczyszczenie chlorkami, sodem, potasem i wapniem [Fizykochemiczne... 1995]. Większość wskaźników zanieczyszczeń (poza wapniem) analizowanych na terenie otaczającym składowisko Wojczyce mieściła się w dolnych granicach wartości charakterystycznych dla składowisk odpadów komunalnych.

WNIOSKI

1. Wody podziemne dopływające do składowiska odpadów komunalnych w Wojczycach charakteryzowały się dobrą jakością, z wyjątkiem podwyższonej zawartości wapnia.

2. Zanieczyszczenie stwierdzono głównie w próbach wód pobieranych na północ i północny zachód od składowiska (piezometry P-4, P-5 i P-6), narażo-

nych nie tylko na oddziaływanie odpadów, ale także emisje komunikacyjne i rolnicze.

3. Ocena stanu środowiska wodnego w otoczeniu składowiska w Wojczycach utrudniają duże odległości pomiędzy studniami piezometrycznymi oraz nieprawidłowości w ich budowie. Wskazane byłoby uzupełnienie istniejącej sieci monitoringu, co pozwoliłoby na dokładne określenie kierunku przepływu zanieczyszczeń i zasięgu oddziaływania składowiska.

BIBLIOGRAFIA

- Dokumentacja geologiczna charakteryzująca warunki hydrogeologiczne oraz sieć monitoringu wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów komunalnych dla miasta i gminy Środa Śląska w miejscowości Wojczyce.* GEOTECH, Wrocław 1999, s. 18.
- Fizykochemiczne i mikrobiologiczne zagrożenia środowiska przez odpady.* Praca zbiorowa, Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, Warszawa 1995, s. 224.
- Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J. *Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków.* Arkady, Warszawa 1999, s. 556.
- Instrukcja eksploatacji składowiska odpadów komunalnych dla miasta i gminy Środa Śląska w miejscowości Wojczyce.* Ars Vitae, Wrocław 2002, s. 23.
- Morga K., Moryl A. *Wpływ starych składowisk na jakość wód podziemnych na przykładzie wysypiska odpadów komunalnych w Wojczycach.* Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, nr 413, Wydawnictwo AR we Wrocławiu 2001, s. 187–195.
- Namieśnik J., Łukasiak J., Jamrógiewicz Z. *Pobieranie próbek środowiskowych do analizy.* PWN, Warszawa 1995, s. 278.
- Ocena jakości wód podziemnych wokół składowiska odpadów komunalnych dla miasta i gminy Środa Śląska w miejscowości Wojczyce w 2002 roku.* Ars Vitae, Wrocław 2002, s. 14.
- Przegląd ekologiczny składowiska odpadów komunalnych dla miasta i gminy Środa Śląska w miejscowości Wojczyce.* Ars Vitae, Wrocław 2002, s. 40.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych.* Dz.U. 2008 nr 146, poz. 896.
- Stępnia S. *Charakterystyka ilościowo – jakościowa odcieków ze składowiska odpadów komunalnych.* Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów, vol. 35, nr 2/2001, s. 63–66.
- Szymańska-Pulikowska A. *Jakość wód podziemnych w obszarze potencjalnego oddziaływania składowisk odpadów komunalnych.* Wydawnictwo UP we Wrocławiu, Wrocław 2009, s. 150.
- Szymański K., Siebielska I. *Analityczne aspekty oceny jakości zanieczyszczeń wód podziemnych.* Ochrona Środowiska nr 1(76)/ 2000, s. 15–18.
- Szyszkowski P. *Wpływ wysypiska odpadów komunalnych w Swojcu na zanieczyszczenie wód podziemnych na terenie przyległym.* Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, nr 349, Wydawnictwo AR we Wrocławiu 1998, s. 209–231.
- Tałałaj I. *Jakość wód gruntowych w studniach kopanych w pobliżu składowisk odpadów komunalnych.* Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych nr 475, 2001, s. 497–504.

Mgr inż. Paweł Wiercik
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Inżynierii Środowiska
Plac Grunwaldzki 24
50-363 Wrocław
pawel.wiercik@up.wroc.pl;

Dr inż. Agata Szymańska-Pulikowska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Inżynierii Środowiska
Plac Grunwaldzki 24
50-363 Wrocław
agata.szymanska-pulikowska@up.wroc.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Jerzy Kowalski*