



Monitoring of water quality at the municipal waste landfills

Kamila MIZERNA¹, Marta BOŻYM²

¹ Politechnika Opolska, Wydział Mechaniczny, Katedra Inżynierii Środowiska, Opole 45-271, ul. Mikołajczyka 5, tel.: +48 77 4498112, e-mail: mizerna.kamila@gmail.com

² Politechnika Opolska, Wydział Mechaniczny, Katedra Inżynierii Środowiska, Opole 45-271, ul. Mikołajczyka 5, tel.: +48 77 4498474, +48 77 4498381, e-mail: m.bozym@po.opole.pl

Abstract

The article describes methodology of water monitoring in the area municipal waste landfill. There are presented a legal aspects of method and periodicity of sampling, samples transport and keep, carry out the physico – chemical analysis and results interpretation. The monitoring is carried out before and during landfill exploitation and after closure of landfill. The environmental hazard are detected in the monitoring studies.

Keywords: landfill monitoring, groundwater, waste management

Streszczenie

Monitoring jakości wód na składowiskach odpadów komunalnych

W pracy opisano metodykę wykonywania monitoringu wód w obrębie składowiska odpadów komunalnych. Przedstawiono prawne aspekty monitoringu dotyczące sposobu i częstotliwości pobierania próbek, ich transportu oraz przechowywania, wykonywania analiz fizyko – chemicznych i interpretacji wyników. Monitoring prowadzi się zarówno przed, jak i w trakcie eksploatacji składowiska oraz po jej zakończeniu. Badania monitorujące umożliwiają wykrycie potencjalnych zagrożeń dla środowiska.

Słowa kluczowe: monitoring składowiska, wody podziemne, gospodarka odpadami

1. Wstęp

Składowanie odpadów komunalnych w ziemi lub na jej powierzchni jest wciąż dominującą metodą ich unieszkodliwiania w Polsce i krajach Unii Europejskiej [1]. Zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami składowane powinny być wyłącznie te odpady, których powstaniu nie można było zapobiec, nie udało się ich odzyskać lub unieszkodliwić w inny sposób [2]. Proces deponowania odpadów na składowisku wiąże się z potencjalnym zagrożeniem dla środowiska. Składowisko jest obiektem oddziałującym na różne jego komponenty. Nieprawidłowa lokalizacja, budowa i eksploatacja składowiska może negatywnie wpływać na środowisko (gleby, wody powierzchniowe i podziemne, powietrze) oraz zdrowie i życie ludzi [3,4]. W wyniku przemian i reakcji chemicznych zachodzących w składowanych odpadach, powstaje wiele niebezpiecznych związków, które mogą stanowić poważne zagrożenie dla wód gruntowych [5]. Zanieczyszczenie wód podziemnych wiąże się z infiltracją odcieków, powstających w wyniku przepływu wód opadowych przez warstwę odpadów [6]. W przypadku wód powierzchniowych zagrożenie mogą stanowić zbyt intensywne opady atmosferyczne oraz zrzuty wód drenażowych. Monitoring wód podziemnych i powierzchniowych na składowisku pozwala na szybkie wykrycie nieszczelności w instalacji odprowadzającej ocieki.

W przypadku niewłaściwego zabezpieczenia składowisk, zanieczyszczenia mogą przedostawać się do wód poprzez dyfuzję lub filtrację czy nieszczelny drenaż. Do najbardziej szkodliwych zanieczyszczeń wód wokół składowisk zalicza się zwykle metale ciężkie, zanieczyszczenia organiczne (węglowodory w tym WWA, fenole, pestycydy), związki azotu, które mogą rozprzestrzeniać się wraz z wodami podziemnymi nawet na odległość kilku kilometrów od składowiska [7]. Zanieczyszczenia mogą przemieszczać się wraz z wodami podziemnymi,

ulegać rozcieńczeniu, a wraz z oddalaniem się od składowiska dostać się do strefy samooczyszczania. W strefie tej zmniejsza się ilość zanieczyszczeń organicznych, ulegających utlenieniu. Zanieczyszczenia nieorganiczne przemieszczają się wraz z wodami na duże odległości od składowiska [8].

Celem monitoringu składowisk jest między innymi kontrola jego wpływu na jakość wód podziemnych i powierzchniowych. Częstotliwość i zakres wykonywania monitoringu opisują odpowiednie akty prawne.

2. Prawne aspekty monitoringu składowisk odpadów

Celem monitoringu składowiska odpadów jest wykrycie zagrożeń, jakie dany obiekt może stwarzać dla środowiska. Zadaniem monitoringu jest kontrolowanie wpływu wykrytych zanieczyszczeń na jakość wód podziemnych i powierzchniowych [9]. Dokumentem prawnym regulującym sposób prowadzenia monitoringu odpadów jest *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 roku w sprawie składowisk odpadów* (Dz. U. 2013, nr 0, poz. 523) [10]. Monitoring składowisk odpadów obejmuje trzy fazy: przedeksploatacyjną, eksploatacyjną i poeksploatacyjną. Faza przedeksploatacyjna polega na oszacowaniu stanu wyjściowego środowiska i trwa do momentu uzyskania pozwolenia na korzystanie ze składowiska odpadów. Kontroli podlega między innymi poprawność budowy miejsc pobierania próbek, służących prowadzeniu monitoringu jakości wód podziemnych, czyli otworów piezometrycznych. Celem monitoringu w tej fazie jest ocena tak zwanego tła geochemicznego, czyli jakości wód podziemnych i powierzchniowych przed rozpoczęciem eksploatacji składowiska. Faza eksploatacji obejmuje okres od dnia otrzymania pozwolenia na korzystanie ze składowiska, do chwili uzyskania zgody na jego zamknięcie. Natomiast faza poeksploatacyjna trwa przez 30 lat, od momentu uzyskania decyzji o zamknięciu składowiska odpadów [10].

2.1. Parametry wskaźnikowe podlegające ocenie jakości wód

We wszystkich fazach monitoringu składowisk, kontroli podlega wielkość przepływu i skład wód powierzchniowych oraz skład i poziom wód podziemnych [10]. W fazie eksploatacji i poeksploatacyjnej bada się także skład i objętość odcieków.

Minimalną częstotliwość wykonywania badań monitoringowych wód przedstawiono w tabeli 2.1. Wielkość przepływu i skład wód powierzchniowych, podziemnych oraz odcieków powinno się kontrolować co trzy miesiące w fazie eksploatacji, a co 6 miesięcy w fazie poeksploatacyjnej. Dodatkowo raz dziennie (zarówno w fazie eksploatacji i poeksploatacyjnej) bada się wielkość opadu atmosferycznego, w oparciu o własne pomiary lub dane ze stacji meteorologicznej.

Tabela 2.1. Zakres i częstotliwość pomiaru parametrów wskaźnikowych [10]

Parametr wskaźnikowy	Minimalna częstotliwość badań		
	faza przedeksploatacyjna	faza eksploatacji	faza poeksploatacyjna
Wielkość przepływu wód powierzchniowych	jednorazowo	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
Skład wód powierzchniowych	jednorazowo	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
Objętość wód odciekowych	brak	co 1 miesiąc	co 6 miesięcy
Skład wód odciekowych	brak	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
Poziom wód podziemnych	jednorazowo	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
Skład wód podziemnych	jednorazowo	co 3 miesiące	co 6 miesięcy

Splywy wód powierzchniowych na terenie składowiska odpadów pochodzą głównie z opadów atmosferycznych, mogą też napływać z obszaru otaczającego składowisko. Badanie wielkości przepływu i składu wód powierzchniowych powinno odbywać się w co najmniej dwóch punktach pomiarowych. Pierwszego pomiaru dokonuje się powyżej składowiska odpadów, w górnym biegu każdego cieku, a drugiego poniżej składowiska, w dolnym biegu.

W przypadku monitorowania nieoczyszczonych wód odciekowych, badania przeprowadza się we wszystkich miejscach ich gromadzenia. Gdy na składowisku funkcjonuje instalacja do oczyszczania odcieków, wówczas bada się także skład odcieków po oczyszczeniu, aby sprawdzić skuteczność procesu oczyszczania [10].

W przypadku wód podziemnych liczba i rozmieszczenie otworów monitoringowych zależy od powierzchni składowiska i warunków hydrogeologicznych w jego otoczeniu. Przyjmuje się, że punkty monitoringowe zlokalizowane wokół składowiska powinny być rozmieszczone w trzech strefach. Co najmniej jeden otwór powinien być zaprojektowany od strony napływu wód podziemnych i służyć do określania tła geochemicznego. Pozostałe otwory powinny być rozmieszczone w rejonie składowiska i pozwalać na badanie maksymalnego stężenia zanieczyszczeń migrujących do środowiska wodno-gruntowego, po stronie odpływu wód podziemnych. Dla każdego z poziomów wodonośnych liczba otworów monitoringowych wokół składowiska nie powinna być mniejsza niż trzy, przy czym jeden zlokalizowany na dopływie, a dwa pozostałe na odpływie wód podziemnych [10, 11].

Rozporządzenie w sprawie składowisk [10] określa zakres badań jakości wód podziemnych, powierzchniowych i odcieków. Do monitorowanych parametrów należą:

- pH i przewodności elektrycznej właściwej (PEW),
- stężenie ogólnego węgla organicznego (OWO),
- stężenie metali ciężkich: ołów (Pb), kadm (Cd), miedź (Cu), cynk (Zn), chrom (Cr^{+6}) i rtęć (Hg),
- suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), czyli co najmniej 6 WWA: benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i)perylen, indeno(1,2,3-cd)piren.

3. Metodyka pobierania próbek

Próbki wody podziemnej do badań powinny jak najlepiej reprezentować jej właściwości fizykochemiczne w warstwie wodonośnej, z której zostały pobrane. Dlatego też nie pobiera się wody stagnującej w otworze piezometrycznym. Przed pobieraniem próbki, wypompowuje się wodę w celu oczyszczenia piezometru [12]. W trakcie pompowania monitoruje się: temperaturę, pH, PEW i poziom zwierciadła wody. Podstawą do podjęcia decyzji o możliwości pobrania próbki jest ustabilizowanie odczynu oraz przewodności elektrycznej właściwej. Podczas pobierania próbki ocenia się jej mętność, barwę i zapach. Wszystkie wyniki pomiarów terenowych dokumentuje się w protokołach pobierania próbek, stanowiących załącznik do sprawozdania [7, 11]. Wytyczne dotyczące technik pobierania próbek wód podziemnych oraz postępowania z nimi, w celu oceny właściwości chemicznych, fizycznych i mikrobiologicznych, określa Polska Norma PN-ISO 5667-11:2004 [13]. Wody odciekowe pobiera się zgodnie z normą PN-ISO 5667-10:1997 [14] z uwzględnieniem pionowej stratyfikacji jakości odcieku. Podczas pobierania, należy zwracać szczególną uwagę, aby nie doszło do zanieczyszczenia próbki zawiesiną, która na skutek sedimentacji może osiadać w zbiorniku. W zależności od miejsca, odcieki pobiera się przy użyciu wiadra, czerpaka lub pobieraka automatycznego. Pobieranie próbek powinni wykonywać uprawnieni pracownicy niezależnego laboratorium, posiadającego akredytację w tym zakresie.

W przypadku wód powierzchniowych, próbki należy pobierać z co najmniej dwóch punktów pomiarowych. Pierwszy punkt powinien znajdować się w miejscu, gdzie wody powierzchniowe nie mają kontaktu z zanieczyszczeniami ze składowiska, a drugi w miejscu, w którym podejrzewa się migrację zanieczyszczeń z obiektu. Należy wybierać punkty o możliwie największej burzliwości przepływu, w celu zapewnienia dobrego wymieszania wody. Próbki wód powierzchniowych pobiera się najczęściej z rowów opaskowych oraz z cieków wodnych otaczających składowisko. W protokole pobrania próbek powinno się każdorazowo zanotować głębokość, z której pobrano próbkę oraz szybkość przepływu wody. Metodykę pobierania oraz sposób postępowania z próbkami opisuje norma PN-ISO 5667-6:2003 [15]. Podczas pobierania próbek bada się podstawowe parametry takie jak: odczyn, przewodność elektryczną właściwą oraz temperaturę. Dodatkowo należy dokonać oceny organoleptycznej: barwy, mętności i zapachu wody [11].

Na rysunkach 3.1 i 3.2 przedstawiono przykładowy sprzęt oraz sposób pobierania próbek wód na składowisku odpadów komunalnych. Rysunek 3.1 ilustruje etap pompowania wody z piezometru za pomocą pompy zanurzeniowej. Natomiast na rysunku 3.2 przedstawiono sposób pobierania odcieku ze zbiornika za pomocą czerpaka.



Rys. 3.1. Aparatura do pobierania wody podziemnej z piezometru fot. K. Mizerna



Rys. 3.2. Pobieranie odcieku ze zbiornika fot. K. Mizerna

Naczynia do pobierania próbek wody nie powinny adsorbować jej związków chemicznych oraz powinny chronić wodę przed zanieczyszczeniami z zewnątrz. Do tego celu stosuje się butelki szklane, ze szkła borokrzemianowego lub naczynia z tworzyw sztucznych: polietylenowe (PE), teflonowe (PTFE), polipropylenowe (PP). Próbka nie może być zanieczyszczona resztkami innej wody bądź ciałami stałymi pozostałymi w naczyniu. Jeżeli badaną wodę wlewa się bezpośrednio do naczynia, wówczas trzykrotnie przepłukuje się je pobieraną wodą. Czynności tej nie wykonuje się w przypadku oznaczania pestycydów, polichlorowanych bifenyli (PCB) oraz węglowodorów, gdyż wstępne przemywanie naczynia próbką może powodować osadzanie się analitów na ściankach pojemnika. Butelka powinna być całkowicie napełniona badaną wodą, w celu zapobiegania napowietrzaniu próbki w czasie transportu, co wiąże się z ograniczeniem zmian odczynu w wyniku rozpuszczania się ditlenku węgla. Po zakończeniu procesu pobierania próbek, każde naczynie powinno być odpowiednio oznakowane i zabezpieczone [16].

4. Transport, utrwalanie i przechowywanie próbek

Postępowanie z próbkami pobranymi ze składowisk odpadów opisuje norma PN-EN ISO 5667-3:2013 [16]. Transport próbek powinien być prowadzony w sposób uniemożliwiający ich zanieczyszczenie i pogorszenie jakości. Próbki do laboratorium transportuje się niezwłocznie po pobraniu, także te po utrwaleniu, w chłodnych, izolowanych pojemnikach. Zazwyczaj są to chłodziarki, w których próbki przechowuje się w temperaturze od 1 do 5°C. Nie powinno się wystawiać próbek na działanie promieni słonecznych. Należy dostarczyć je do laboratorium w jak najkrótszym czasie, w tym samym dniu, w którym nastąpiło pobranie wody [17]. Od momentu pobrania próbki do czasu wykonania analizy może dochodzić do zmian właściwości chemicznych, fizycznych i biologicznych w badanych wodach. W związku z tym konieczne jest utrwalanie próbek oraz ich odpowiednie przechowywanie. Maksymalny czas przechowywania próbki przed analizą odlicza się od momentu pobrania próbki. W przypadku analizy próbek po upływie maksymalnego zalecanego czasu przechowywania, należy sporządzić odpowiednią adnotację. Przedłużone przechowywanie dopuszczalne jest wówczas, gdy występuje pewność, iż nie ma różnicy między wynikami analizy przeprowadzonej po upływie zalecanego czasu przechowywania, a oznaczeniami wykonanymi w czasie zgodnym z zalecanym dla danego wskaźnika [16].

W tabeli 4.1 zestawiono wytyczne dotyczące sposobu utrwalania i czasu przechowywania próbek przed wykonaniem analizy chemicznej wybranych wskaźników. Oznaczenie pH i przewodności elektrycznej właściwej (PEW) zaleca się wykonać w miejscu pobrania próbki (*in situ*). W przypadku, gdy próbka zawiera lotne związki organiczne, nie należy jej zakwaszać [16].

Dodawanie środków utrwalających do pustego pojemnika lub bezpośrednio do próbki powinno odbywać się w miejscu pobrania (w szczególności, gdy oznaczane są związki organiczne, np. OWO). Środki utrwalające dodaje się w postaci stężonych roztworów, aby nie zwiększać objętości próbki. Należy unikać dodawania odczynników w postaci stałej (np. wodorotlenku sodu), gdyż mogą one powodować lokalne ogrzanie próbki. Należy stosować odczynniki o czystości co najmniej analitycznej. Ważne jest, aby po dodaniu środka utrwalającego, odpowiednio oznakować każdą próbkę w celu odróżnienia utrwalonych od nieutrwalonych.

Tabela 4.1. Zalecane rodzaje naczyń do pobierania próbek wód oraz metody utrwalania próbek [16].

Oznaczany wskaźnik	Rodzaj naczynia	Typowa objętość próbki potrzebna do pojedynczego oznaczenia [ml]	Sposób utrwalania	Maksymalny czas przechowywania próbki po utrwaleniu (przed wykonaniem analizy)
pH	tworzywo sztuczne lub szkło	100	schłodzenie do temperatury 1-5°C	6 h
Przewodność (PEW)				24 h
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	tworzywo sztuczne lub szkło	100	zakwaszenie H ₂ SO ₄ do pH 1-2, schłodzenie do temperatury 1-5°C	7 dób
	tworzywo sztuczne	100	zamrożenie do temperatury -20°C	1 miesiąc
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)	szkło przemycie rozpuszczalnikiem z zamknięciem pokrytym PTFE	500	schłodzenie do temperatury 1-5°C	7 dób
Cynk (Zn) Kadm (Cd) Miedź (Cu) Ołów (Pb)	tworzywo sztuczne lub szkło borokrzemianowe przemycie kwasem	100	zakwaszenie HNO ₃ do pH 1-2	1 miesiąc
Chrom (VI) (Cr ⁺⁶)	tworzywo sztuczne lub szkło przemycie kwasem	100	zakwaszenie HNO ₃ do pH 1-2	1 miesiąc
Rtęć (Hg)	szkło borokrzemianowe przemycie kwasem	500	zakwaszenie HNO ₃ do pH 1-2 i dodanie K ₂ Cr ₂ O ₇ (stężenie końcowe 0,05% wyrażone ułamkiem masowym)	1 miesiąc

Zamrażanie próbek do temperatury co najmniej -20°C, obok schładzania, jest także dopuszczalną metodą utrwalania próbek, pozwalającym na dłuższe ich przechowywanie. Próbki poddawane zamrażaniu powinny być pobierane do pojemników z tworzywa sztucznego i napełniane niecałkowicie, aby uniknąć zniszczenia pojemnika podczas zamrażania. W raporcie z badań powinna znaleźć się adnotacja na temat przechowywania lub ewentualnego utrwalania próbki. Należy tu wspomnieć, że zarówno pobieranie próbek, jak i ich transport, utrwalanie czy przechowywanie, powinno być zgodne z obowiązującymi normami. Wymagane jest, aby laboratorium pobierające próbki oraz wykonujące analizy posiadało akredytację w tym zakresie. Dzięki temu zarządzający składowiskiem ma gwarancję, że monitoring będzie wykonany rzetelnie, z wykorzystaniem odpowiedniego sprzętu i aparatury analitycznej, zgodnie z obowiązującym prawem.

5. Metody analiz chemicznych

Laboratorium wykonujące analizy, oprócz posiadania odpowiedniego sprzętu, powinno zagwarantować odpowiednio dobrane metody badawcze. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku 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. 2014, nr 0, poz. 1800) zaleca wybrane metody analityczne dla badania ścieków wprowadzanych do wód i ziemi [18]:

- pH – metoda potencjometryczna z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej,
- PEW – metoda konduktometryczna,
- OWO – tak zwana metoda specyficzna, zwykle detekcja w podczerwieni),

- metale ciężkie (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) – absorpcyjna spektroskopia atomowa z atomizacją w płomieniu lub bezpłomieniową oraz alternatywnie metoda atomowej spektroskopii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP),
- chrom sześciowartościowy – fotokolorymetria lub chromatografia jonowa, rtęć – absorpcyjna spektroskopia atomowa (ASA) lub spektroskopia fluorescencyjna,
- WWA – wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC).

Rozporządzenie podaje także zalecane normy, na podstawie których powinny być wykonywane analizy. Jest to jedynie wskazówka, gdyż normy są często aktualizowane. W tabeli 5.1. przedstawiono metody zalecane i alternatywne wykorzystywane w badaniu wód i ścieków.

Tabela 5.1. Najczęściej stosowane metody analiz chemicznych wody [11,18].

Parametr wskaźnikowy	Metoda zalecana	Metoda alternatywna
pH	metoda potencjometryczna	–
Przewodność (PEW)	metoda konduktometryczna	–
Pb, Cd, Cu, Zn, Cr	spektrometria emisyjna atomowa, indukcyjne wzbudzenie plazmy (ICP–AES) absorpcyjna spektrometria atomowa z kuwetą grafitową (AAS) lub atomizacją w płomieniu (FAAS)	spektrometria masowa, indukcyjne wzbudzenie plazmy (ICP – MS),
Cr ⁺⁶	metoda z zastosowaniem analizy przepływowej (FIA i CFA) i detekcji spektrometrycznej	chromatografia jonowa spektrometria UV – Vis inaczej fotokolorymetria
Hg	absorpcyjna spektrometria atomowa techniką zimnych par (CV – AAS),	–
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	absorpcyjna spektroskopia IR, utlenianie wysokotemperaturowe,	utlenianie niskotemperaturowe (z wykorzystaniem nadsiarczanu sodu i promieniowania UV)
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)	chromatografia cieczowa z detektorem fluorescencyjnym (HPLC – FLD)	chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (GC – MS) lub detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (GC – FID)

6. Interpretacja wyników

Przeprowadzenie monitoringu składowiska odpadów kończy się sporządzeniem raportu lub sprawozdania, zawierającego opis metodyki pobierania próbek oraz zestawienie i interpretację wyników badań. Monitoring wód składowiskowych należy prowadzić w systemie kontrolno – decyzyjnym. Oznacza to, iż w razie wykrycia jakichkolwiek zanieczyszczeń, należy ustalić przyczynę ich powstania oraz podjąć działania naprawcze. Podjęcie takich czynności umożliwi prawidłową interpretację wyników badań monitoringowych [7]. W Rozporządzeniu dotyczącym składowisk [6], do oceny stanu wód podziemnych wykorzystuje się tylko wybrane wskaźniki fizykochemiczne. W związku z tym, nie ma możliwości dokonania ich wyczerpującej klasyfikacji. W dodatku celem tego Rozporządzenia jest określenie stopnia oddziaływania składowisk na jakość wód podziemnych, a nie klasyfikacja tych wód. Dlatego zwykle wyniki badań wód podziemnych analizuje się w oparciu o *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych* (Dz. U. 2008, nr 143, poz. 896) [19]. Rozporządzenie to wyróżnia pięć klas jakości wód podziemnych i wyznacza wartości graniczne parametrów wskaźnikowych w poszczególnych klasach. Klasy I – III oznaczają dobry stan chemiczny wód, a IV i V stan słaby. Kryterium tego podziału stanowi wartość pH i PEW oraz stężenia poszczególnych substancji zanieczyszczających. Rozporządzenie ma charakter wyłącznie pomocniczy, w związku z czym porównywanie wyników badań z dopuszczalnymi wartościami zanieczyszczeń ma na celu obserwowanie zmian i wyznaczenie ewentualnych trendów w poszczególnych parametrach wskaźnikowych. Trendy ukazujące poprawę lub pogorszenie stanu wód, powinny być szacowane na podstawie badań w dłuższych okresach czasu (najlepiej w skali wielu lat).

Wyniki badań odcieków porównuje się najczęściej z dopuszczalnymi wartościami poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń zawartych w *Rozporządzeniu* [18]. Przekroczenia wartości dopuszczalnych dla badanych parametrów, decydują o tym czy odcieki muszą być poddane oczyszczaniu przed ich wprowadzeniem do środowiska. Podobnie jak w przypadku wód podziemnych, najważniejsza jest analiza zmian stężeń zanieczyszczeń w czasie.

W przypadku wód powierzchniowych nie obserwuje się tylko zmiany stanu wód wokół składowiska w czasie [11].

7. Podsumowanie

W celu przeprowadzenia wiarygodnej oceny wpływu składowiska na środowisko wodne, istotna jest znajomość warunków geologicznych i hydrogeologicznych tego obszaru. Pozwala to na prawidłowe rozmieszczenie otworów piezometrycznych. Dobrze umiejscowione piezometry powinny charakteryzować każdą podziemną warstwę wodonośną oraz pozwalać na szybkie wykrycie potencjalnych przecieków. Monitoring wód składowiskowych powinien być prowadzony w regularnych odstępach czasu i odzwierciedlać zmiany zachodzące na składowisku odpadów. Po pobraniu próbek wód może dochodzić do zmian właściwości będących skutkiem reakcji fizycznych, chemicznych i biologicznych. Reakcje te mogą zachodzić bardzo szybko, co ma bezpośredni wpływ na końcowy wynik oznaczenia. Dlatego podczas wykonywania monitoringu ważne jest stosowanie zaleceń normowych w trakcie pobierania, transportu i przechowywania próbek.

Zarządzający składowiskiem, podejmując decyzję o wyborze laboratorium, które prowadzi monitoring wód, powinien uwzględnić jego kompetencje i doświadczenie w tym zakresie, potwierdzone akredytacją. Dodatkowo zlecający monitoring powinien określić na wstępie swoje wymagania dotyczące zakresu badań. Każde akredytowane laboratorium ma obowiązek przedstawienia swojej oferty badawczej z podaniem: zakresu analitycznego, niepewności pomiarowej, metodyki badania (normowej czy własnej) i rodzaju wykorzystywanej aparatury. Dodatkowo laboratorium określa zasady przyjmowania ewentualnej reklamacji oraz umożliwia zleceniodawcy udział w badaniach. Należy tu pamiętać, że za prawidłowo przeprowadzony monitoring i jego wyniki odpowiada zarządzający składowiskiem oraz laboratorium wykonujące badania. Dlatego wybór odpowiedniego i kompetentnego laboratorium powinien być przeprowadzony bardzo rzetelnie.

Literatura

1. Nowak M., Stelmach S., Landfilling as the most common method of waste management in European Union countries, *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, nr 4(16), 2014, 23-32.
2. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. 2013, nr 0, poz. 21).
3. Gałko G.: Influence of landfill leachate on physical and chemical properties of loamy soil, *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, nr 2(17), 2015, 83-92.
4. Giusti L.: A review of waste management practices and their impact on human health, *Waste Management*, nr 29(8), 2009, 2227–2239.
5. Jurczyk Ł., Koc-Jurczyk J.: Changes in the approach to waste disposal and generation of the leachate, *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, nr 1(16), 2014, 31-40.
6. Szymańska – Pulikowska A., Wiercik P.: Wpływ składowiska odpadów komunalnych w Wojcyszach na jakość wód podziemnych, *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, nr 8/2, 2010, 151 – 162.
7. Górski J.: Monitoring wody na składowisku odpadów, *Przegląd Komunalny*, nr 6, 2002, 96 – 98.
8. Chrzęszcz J., Klimek A., Osęka M., Wysokiński L., Zawadzka – Kos M.: *Poradnik metodyczny w zakresie PRTR dla składowisk odpadów komunalnych – Synteza*, Warszawa, 2010.
9. Wysokiński L.: *Zasady budowy składowisk odpadów, Instrukcje, Wytyczne, Poradniki.*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2009.
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz. U. 2013, nr 0, poz. 523).
11. Chudyk – Powińska K., Dąbkowski J.: Monitoring składowiska odpadów w miejscowości Ropuchy, gmina Pelipin – raport za 2012 r., opracowanie SGS Eko – Projekt Sp. z o.o., Pszczyna 2013.
12. Porowska D.: Metodyka opróbowania wód podziemnych i sposoby eliminacji najczęściej popełnianych błędów podczas badań terenowych, *Inżynieria Ekologiczna*, nr 42, 2015, 28 – 35.
13. PN-ISO 5667-11:2004: Jakość wody – Pobieranie próbek – Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych.
14. PN-ISO 5667-10:1997: Jakość wody – Pobieranie próbek – Wytyczne pobierania próbek ścieków.

15. PN-ISO 5667-6:2003: Jakość wody – Pobieranie próbek – Część 6: Wytyczne dotyczące pobierania próbek z rzek i strumieni.
 16. PN-EN ISO 5667-3:2013: Jakość wody – Pobieranie próbek – Część 3: Utrwalanie i postępowanie z próbkami wody.
 17. PN-EN ISO 5667-1:2008: Jakość wody – Pobieranie próbek – Część 1: Wytyczne dotyczące opracowywania programów pobierania próbek i technik pobierania.
 18. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 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. 2014, nr 0, poz. 1800).
 19. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz. U. 2008, nr 143, poz. 896).
-