

AGNIESZKA JAMRÓZ*

PRAWIDŁOWA BUDOWA, EKSPLOATACJA
I REKULTYWACJA SKŁADOWISK
ODPADÓW KOMUNALNYCH ZGODNIE
Z PRZEPISAMI PRAWA POLSKIEGOPROPER CONSTRUCTION, MAINTENANCE
AND RECLAMATION OF MUNICIPAL LANDFILLS
IN ACCORDANCE WITH POLISH LEGISLATION

Streszczenie

W artykule przedstawiono najważniejsze zasady postępowania podczas budowy, eksploatacji, a także rekultywacji składowiska odpadów komunalnych. Posługiwano się wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. (Dz.U. 39, poz. 320 z 2009 r.), które zmieniło Rozporządzenie Ministra Środowiska 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. 2003 Nr 61, poz. 549). Na podstawie rozporządzeń możliwe jest obecnie wskazanie elementów, które projektant powinien bezwzględnie zawrzeć w opracowywanym projekcie dotyczącym składowiska odpadów. W rozporządzeniu podawane są konkretne parametry tylko wtedy, gdy jest to konieczne (ze względu na wymagania dotyczące zdrowia ludzi, ochrony środowiska bądź przeniesienia przepisów UE). W artykule przedstawiono kilka przykładowych, poprawnych rozwiązań stosowanych w praktyce.

Słowa kluczowe: składowisko odpadów, drenaż odcieków, gaz składowiskowy, rekultywacja

Abstract

In the paper the most important rules of conduct switched during construction, operation and reclamation of municipal waste landfill is presented. The guidelines provided in the Regulation of the Minister of Environment of 26 February 2009 (J. L. 39 pos. 320 from 2009), which amended Decree of the Minister of Environment of 24 March 2003 on detailed requirements for the location, construction, operation and closure, which should correspond to the different types of landfills (J.L. 2003 no. 61 pos. 549) were used. On the basis of the regulations it is now possible to identify all elements that the designer should absolutely include in the proposed landfill project. Regulation specific parameters are given only when it is necessary (because of the requirements for human health, the environment, or the transfer of EU legislation). The paper presents several sample, correct solutions used in practice.

Keywords: landfill, leachate drainage, landfill gas, reclamation

* Mgr inż. Agnieszka Jamróz, Instytut Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Składowanie w dalszym ciągu jest dominującym sposobem unieszkodliwiania odpadów komunalnych na terenie naszego kraju. Lokalizacja, budowa i eksploatacja składowiska zależą od bardzo wielu zmiennych – przede wszystkim od rodzaju i ilości składowanych odpadów oraz od lokalnych warunków hydrologicznych i geologicznych. W związku z tym istnieje wiele możliwych rozwiązań konstrukcyjnych i eksploatacyjnych. Praktycznie niewykonalne jest więc przygotowanie bardzo szczegółowych warunków budowy i eksploatacji składowiska. Powinny one każdorazowo zostać przygotowane w projekcie budowlanym oraz w instrukcji eksploatacji składowiska.

Celem Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 (Dz.U. 39, poz. 320 z 2009 r.) [1], które zmieniło Rozporządzenie Ministra Środowiska 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, poz. 549) [2] było wskazanie tych wszystkich elementów, które projektant powinien bezwzględnie zawrzeć w przygotowywanych projektach. W rozporządzeniu podawane są konkretne parametry tylko wtedy, gdy jest to konieczne (ze względu na wymagania dotyczące zdrowia ludzi, ochrony środowiska, bądź przeniesienia przepisów UE).

Rozporządzenie szczegółowo określa wymagania wobec składowisk odpadów niebezpiecznych, odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne oraz odpadów obojętnych na etapie lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia składowiska odpadów. Szczególną uwagę poświęca warunkom technicznym i wymaganiom ochrony środowiska na etapie lokalizacji i projektowania nowych składowisk odpadów. Wymagania na etapie eksploatacji i zamknięcia wraz z rekultywacją składowiska odpadów dotyczą zarówno nowo budowanych składowisk odpadów, jak i już funkcjonujących.

2. Lokalizacja składowisk

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r., w paragrafie trzecim szczegółowo określa tereny, na których nie mogą być lokalizowane składowiska odpadów niebezpiecznych oraz składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne. W tym samym paragrafie określono także minimalną odległość składowiska odpadów od budynków (mieszkalnych, budynków zamieszkania zbiorowego i budynków użyteczności publicznej w rozumieniu przepisów prawa budowlanego, mierzona od krawędzi kwatery składowiska odpadów) jako odległość ustalaną zgodnie z raportem o oddziaływaniu składowiska odpadów na środowisko.

3. Warunki hydrogeologiczne

Warunki hydrogeologiczne, jakie powinien spełniać teren przeznaczony pod budowę składowiska odpadów, określone są w paragrafie czwartym wspomnianego wcześniej rozporządzenia. W pierwszej kolejności powinno wykonać się badania hydrologiczne i geolo-

giczne. Wyniki tych badań oraz opracowaną dokumentację geologiczno-inżynierską i hydrogeologiczną należy dołączyć do wniosku o wydanie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dla składowiska odpadów.

Podstawą lokalizacji składowiska jest naturalna bariera geologiczna, uszczelniająca podłoże i ściany boczne. W paragrafie piątym rozporządzenia określono minimalną miąższość i wartość współczynnika filtracji k naturalnej bariery geologicznej, odpowiednio dla poszczególnych rodzajów składowisk:

- 1) dla składowiska odpadów niebezpiecznych – miąższość nie mniejsza niż 5 m, współczynnik filtracji $k \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s;
- 2) dla składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne – miąższość nie mniejsza niż 1 m, współczynnik filtracji $k \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s;
- 3) dla składowiska odpadów obojętnych – miąższość nie mniejsza niż 1 m, współczynnik filtracji $k \leq 1,0 \times 10^{-7}$ m/s.

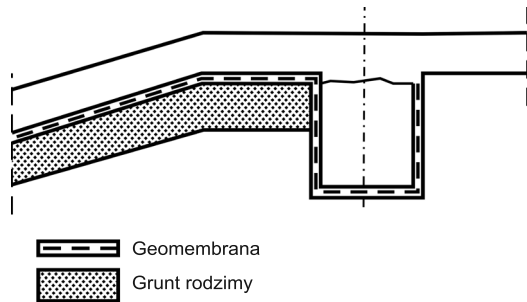
Dodatkowo bariera geologiczna powinna mieć rozciągłość poziomą przekraczającą obszar projektowanego składowiska odpadów, a przewidywany najwyższy piezometryczny poziom wód podziemnych powinien być co najmniej 1 m poniżej poziomu projektowanego wykopu dna składowiska. W przypadku gdy poziom wód gruntowych znajduje się wyżej niż poziom określony wcześniej, konieczne jest odwodnienie tej warstwy oraz wykonanie zabezpieczenia przed napływem wód gruntowych. Sytuacja taka może np. wystąpić, gdy jako uszczelnienie składowiska projektowane jest wykorzystanie warstwy nieprzepuszczalnej, na której gromadzą się wody podskórne.

W miejscach, gdzie naturalna bariera geologiczna nie spełnia warunków określonych powyżej, powinno stosować się sztucznie wykonaną barierę geologiczną o minimalnej miąższości 0,5 m, zapewniającą przepuszczalność nie większą niż $k \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s, którą wykonuje się w taki sposób, by procesy osiadania na składowisku odpadów nie mogły spowodować jej zniszczenia.

Rozporządzenie zwraca również uwagę na sposób wykonywania pomiarów dotyczących wartości współczynnika filtracji k naturalnej lub sztucznej bariery geologicznej. Pomiary te wykonuje się co najmniej dwiema metodami, w tym minimum jedną połową, zależnie od warunków geologiczno-inżynierskich. Uzupełnieniem naturalnej lub sztucznej bariery geologicznej jest izolacja syntetyczna, zaprojektowana w sposób uwzględniający skład chemiczny odpadów i warunki geotechniczne składowania. Dodatkowo izolacja syntetyczna nie może stanowić elementu stabilizacji zboczy składowiska.

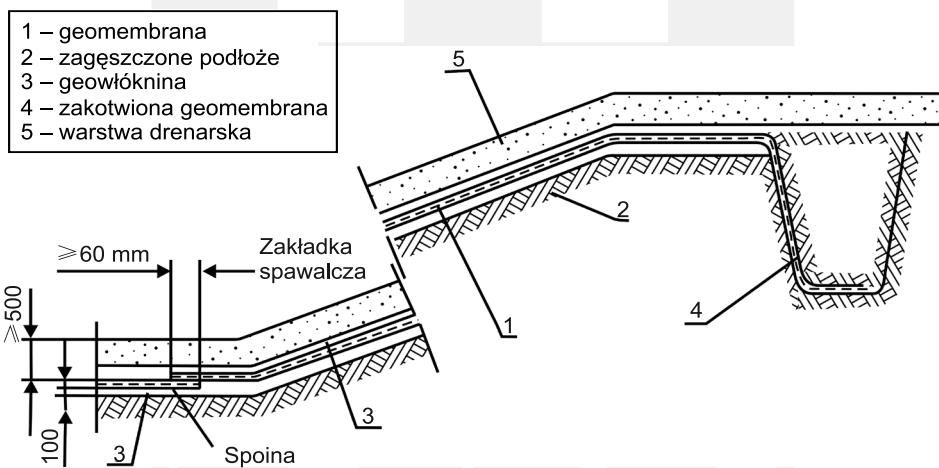
Rozporządzenie kładzie szczególny nacisk na właściwe uszczelnienia dna składowiska, ponieważ w praktyce bardzo trudno jest znaleźć lokalizację spełniającą warunki dotyczące naturalnej bariery geologicznej. Konieczne jest więc często projektowanie i wykonywanie sztucznej bariery geologicznej (rys. 1 i 2). Przy wykonywaniu tego typu uszczelnienia problem może stanowić zachowanie minimalnej miąższości, tj. 0,5 m. Jednak poprzez zastosowanie kombinacji z udziałem geotekstyliów lub bentonitów i gruntu rodzimego bądź przywiezionego o niższych parametrach można osiągnąć minimalną miąższość [3].

Brzezi geomembrany powinny być zakotwione w rowie na głębokości do 1 m, wykonanym na skarpie w odległości minimum 0,5 m od krawędzi skarpy. Geomembrana w rowie powinna być wywinięta i obrzucona kamieniami oraz gruntem.



Rys. 1. Zakotwienie geomembrany na wierzchołku wału [4]

Fig. 1. Geomembrane anchorage at the top of the shaft [4]



Rys. 2. Przekrój podłoża i skarpy składowiska – kotwienie [5]

Fig. 2. Cross-section of the substrate and slope landfill – anchoring [5]

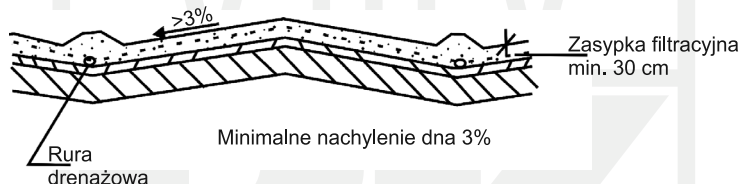
4. Budowa składowiska i eksploatacja

W Polsce długo nie było odpowiedniego aktu prawnego dotyczącego konstrukcji składowisk odpadów. Wyjątkiem było tu Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad usuwania, wykorzystywania i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych, wydane na podstawie uchylonej już ustawy z dnia 27 lipca 1997 r. o odpadach. W zakresie dotyczącym składowisk odpadów dotyczyło ono wyłącznie składowisk odpadów niebezpiecznych. Innym dokumentem, choć niemającym rangi aktu prawnego, były wytyczne Ministerstwa Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa: „Zbiór zaleceń do programowania, projektowania i eksploatacji wysypisk odpadów komunalnych” wydane w 1993 r. Jak wskazuje tytuł dokumentu, dotyczył on wyłącznie składowisk odpadów komunalnych. W praktyce więc wszelkie wymagania techniczne dotyczące budowy,

eksploatacji i zamknięcia składowisk odpadów były określone w odpowiednich decyzjach organów administracji – w warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu oraz w pozwoleniu na budowę. Dopiero Rozporządzenie wydane w 2003 r., a następnie znowelizowane w 2009 r. uregulowało stan prawny w tym zakresie.

4.1. System drenażu wód odciekowych

Według rozporządzenia każdy rodzaj składowiska odpadów (niebezpieczne, inne niż niebezpieczne, a także obojętne) powinien być wyposażony w system drenażu wód odciekowych, zaprojektowany w sposób zapewniający jego niezawodne funkcjonowanie, w trakcie eksploatacji składowiska oraz przez co najmniej 30 lat po jego zamknięciu. Projekt systemu drenażowego powinien umożliwiać konserwację i kontrolę jego stanu, którą wykonuje się powyżej izolacji syntetycznej. System ten powinien składać się z warstwy drenażowej wykonanej z materiału żwirowo-piaszczystego lub innych materiałów o podobnych właściwościach o wartości współczynnika filtracji $k > 1,0 \times 10^{-4}$ m/s i miąższości rzeczywistej nie mniejszej niż 0,5 m; w warstwie drenażowej umieszczony powinien być system drenażu głównego odprowadzającego wody odciekowe do głównego kolektora. Na rysunku 4 pokazano także prawidłowo wyposażoną studnię drenarską. Dodatkowo zbocza składowiska odpadów powinny mieć system drenażu umożliwiający spływ wód odciekowych do głównego systemu drenażu. Zalecane jest układanie rur drenażowych na zboczach składowisk, jednak nie jest to obowiązkowe, wystarczające jest wykonanie takiego systemu drenażu (warstwy drenażowej), która zapewni swobodny odpływ odcieków do warstwy drenażowej ułożonej na dnie składowiska (rys. 3).



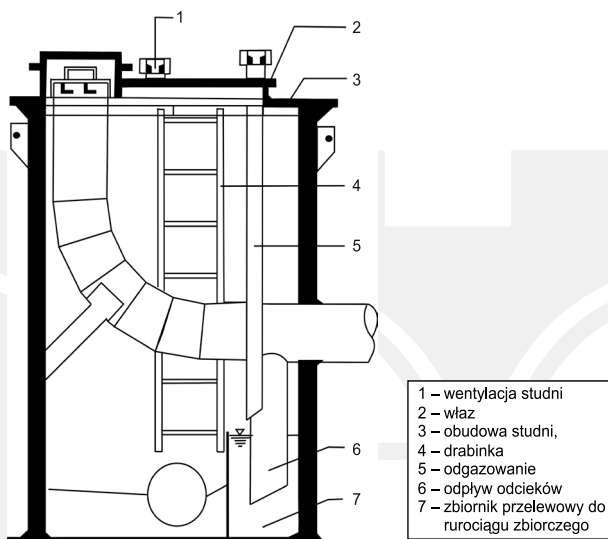
Rys. 3. Sposób układania drenażu odcieków [6]
Fig. 3. Method of laying of drainage effluents [6]

Projektując sieć drenarską składowiska, należy dobrać:

- 1) wytrzymałość sieci drenarskiej, stosownie do prognozowanego parcia,
- 2) odpowiednie prędkości przepływu laminarnego, przy których najdrobniejsze frakcje przedostające się do rury drenarskiej nie będą w niej osiadać,
- 3) odpowiednią średnicę sączków wynikającą z obliczeń, nie mniejszą niż 100 mm, przy rozstawie gałązek nie większych niż 30 m,
- 4) odpowiednie średnice zbieraczy wynikające z obliczeń, nie mniejsze niż 200 mm, przy rozstawie nie większym niż 150 m.

Na składowiskach, które zbudowano i uzyskały pozwolenie na budowę przed wejściem w życie tego rozporządzenia wymaga się jedynie, by drenaż dna składowiska istniał, bez określania jego parametrów. Natomiast składowisko odpadów, które nie jest wyposażone w system drenażu zostanie uznane za niespełniające warunków tego rozporządzenia i prze-

znaczone do zamknięcia. Choć w rozporządzeniu nie zostało jasno określone, to powinno się przyjąć, że składowiska wyposażone w drenaż pod uszczelnieniem spełniają warunki rozporządzenia. Jednak składowiska wyposażone jedynie w drenaż opaskowy nie powinny być uznane za spełniające warunki rozporządzenia. W tabeli 1 przedstawiono dodatkowo skład odcieków z młodych i ustabilizowanych składowisk odpadów komunalnych. Skład odcieków zależy głównie od typu składowanych odpadów oraz wieku składowiska, przy czym odcieki powstają również po zakończeniu jego eksploatacji.



Rys. 4. Schemat studni drenarskiej [7]

Fig. 4. Drainage well scheme [7]

Tabela 1

Skład odcieków z młodych i ustabilizowanych składowisk odpadów komunalnych [8]

Wskaźnik	Jednostka	Składowiska	
		młode	ustabilizowane
ChZT/COD	mg O ₂ · dm ⁻³	10130	4034
BZT/BOD	mg O ₂ · dm ⁻³	4559	484
NNH ₄	mg NNH ₄ · dm ⁻³	505	1218
BZT/ChZT/BOD/COD	–	0,45	0,12
N/ChZT/N/COD	–	0,05	0,3

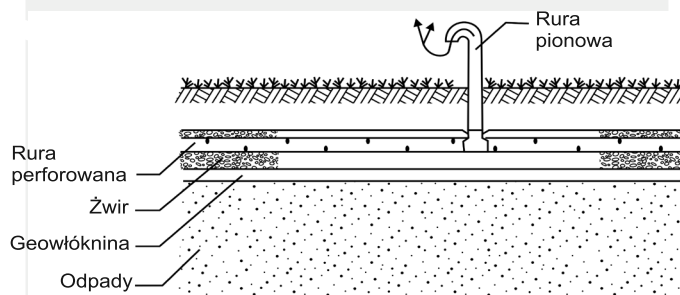
Rozporządzenie zwraca uwagę także na możliwość wydzielania na składowisku odpadów inne niż niebezpieczne i obojętne. Zaleca ono, aby wydzielić część przeznaczoną do składowania odpadów niebezpiecznych. Dodatkowo część tę powinno się wyposażyć się w odrębny system drenażu i uniemożliwić kontakt odpadów niebezpiecznych z innymi odpadami. W praktyce chodzi o budowę dwóch osobnych składowisk położonych na terenie jednego zakładu. Łatwiejsze jest zlokalizowanie dodatkowej kwatery przy składowisku już

istniejącym niż rozpoczynanie od początku procesu lokalizacyjnego całego obiektu. Będzie to dotyczyć szczególnie lokalizacji składowisk odpadów azbestowych przy składowiskach odpadów komunalnych.

Niezależnie od rodzaju składowiska powinno umieścić się wokół niego zewnętrzny system rowów drenażowych uniemożliwiający dopływ wód powierzchniowych i podziemnych do składowiska odpadów. Rów ten jest niekonieczny, jeśli z przeprowadzonych badań wynika, że zewnętrzny system rowów drenażowych nie jest niezbędny.

4.2. Instalacja do odprowadzania gazu składowiskowego

Składowisko odpadów, na którym przewiduje się składowanie odpadów ulegających biodegradacji, powinno zostać wyposażone się w instalację do odprowadzania gazu składowiskowego. Gaz składowiskowy oczyszcza się i wykorzystuje do celów energetycznych, a jeżeli jest to niemożliwe – spala w pochodni. Na rysunkach 5–9 przedstawiono prawidłowe rozwiązania techniczne dotyczące odprowadzania gazu składowiskowego.



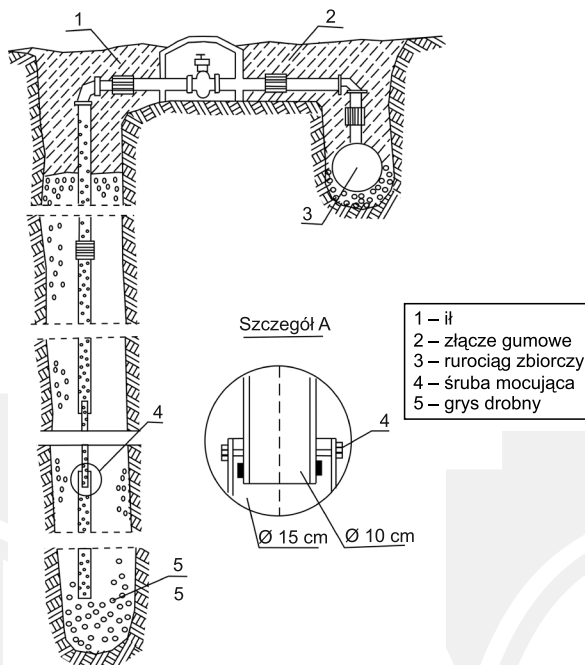
Rys. 5. Drenaż do odprowadzania gazu ze złoża odpadów ułożony w ostatniej warstwie przykrywającej [9]

Fig. 5. Drainage for the discharge of gas from the deposit of waste placed in the last covering layer [9]

Przykład szczegółowego rozwiązania studni wierconej do odprowadzania gazu pokazano na rys. 6. Przykrycie składowiska jest nieprzepuszczalne dla wód i gazów, co powoduje, że gazy w złożu składowiska znajdują się pod ciśnieniem i można je ujmować na zasadzie samowypływu.

Średnica studni mieści się zazwyczaj w granicach 0,6–1,2 m, na dolnym odcinku, znajdującym się w odpadach, powinna mieć perforację stanowiącą do 15% jej powierzchni. Gaz może być eksploatowany samoczynnie, bez wytworzenia małego podciśnienia, lub też może być zasysany. Część studni ponad odpadami powinna być szczelna i zabezpieczona okalającym fartuchem, aby do pompowanego gazu nie przedostawało się powietrze atmosferyczne.

Innym rozwiązaniem studni odgazowującej jest układanie perforowanych kręgów betonowych w miarę przyrastania warstwy odpadów i umieszczanie wewnątrz kręgów rury perforowanej. Studnia taka oparta jest na fundamencie na dnie składowiska, wypełniona jest gruboziarnistym żwirem i przykryta gazoszczelną pokrywą. W pokrywie instaluje się rurę odprowadzającą gaz.



Rys. 6. Studnia do odprowadzania gazów ze składowiska [10]

Fig. 6. The well for exhaust gas from the landfill [10]

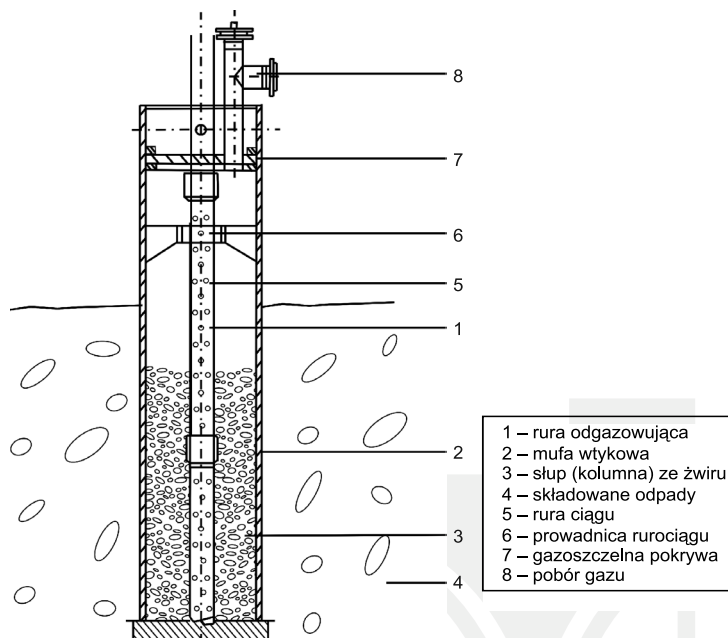
Kondensaty zbiera się do zbiornika przelewowego i stamtąd pobiera do powierzchniowego rozdeszczenia na powierzchni składowiska. Kondensaty mogą także spływać do studni, skąd można je odpompowywać przewoźną pompą.

W tabeli 2 podano przykładowy skład biogazu na składowisku odpadów komunalnych. Ilość powstającego biogazu zależy od wielu czynników i jest bardzo trudna do przewidzenia. Dla każdego składowiska powinna być ona szacowana indywidualnie.

Tabela 2

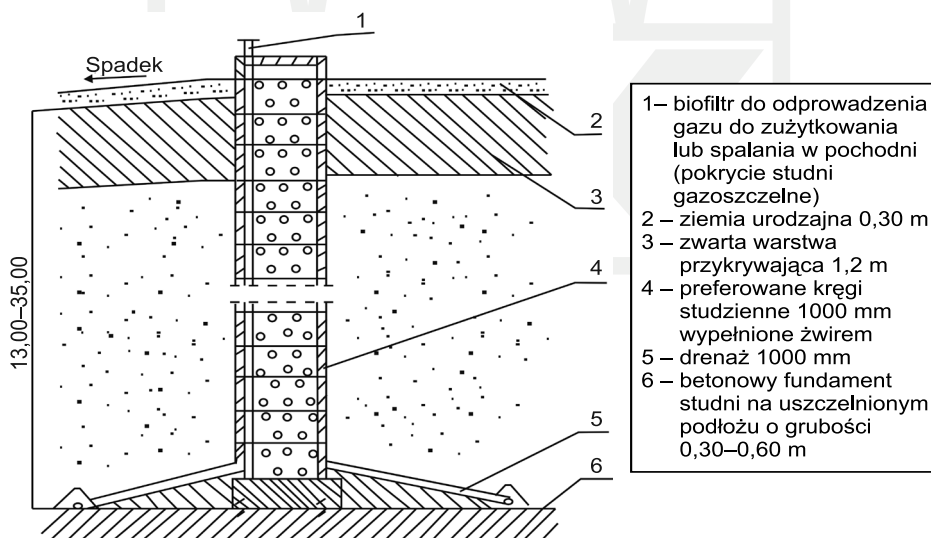
Skład biogazu na składowisku odpadów komunalnych [12]

Skład biogazu	Zakres występowania
Metan	30–65
Dwutlenek węgla	20–40
Azot	5–40
Wodór	1–3
Tlen	0–5
Argon	0–0,4
Siarkowodór	0–0,01
Siarka ogólna	0–0,01
Chlor ogólny	0–0,005



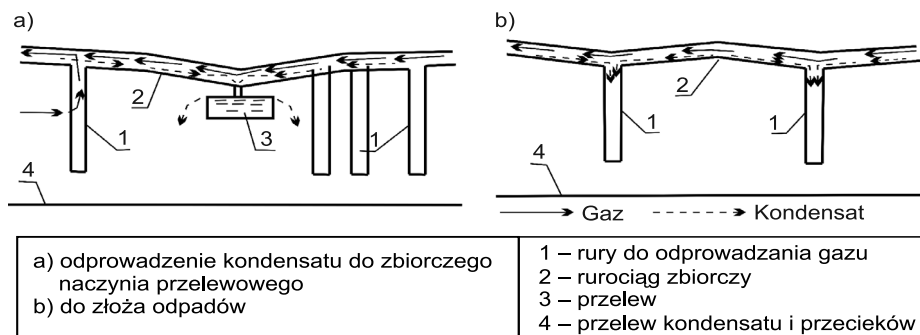
Rys. 7. Konstrukcja studni gazowej podwyższanej w miarę układania kolejnych warstw odpadów [11]

Fig. 7. The design of the gas well increment successive during lying of following layers of waste [11]



Rys. 8. Przykład rozwiązania studni odgazowującej [10]

Fig. 8. Example of a solution of degassing well [10]



Rys 9. Rodzaje odwodnień przewodów gazowych [10]

Fig. 9. The types of gas pipe drainage [10]

4.3. Otoczenie wokół składowiska odpadów

Składowisko odpadów powinno być otoczone pasem zieleni złożonym z drzew i krzewów w celu ograniczenia do minimum niedogodności i zagrożeń powstających na składowisku odpadów w wyniku emisji odorów i pyłów, roznoszenia odpadów przez wiatr, hałasu i ruchu drogowego, oddziaływania zwierząt, tworzenia się aerozoli oraz pożarów. W rozporządzeniu określona została minimalna szerokość pasa zieleni, która powinna wynosić 10 m. Dla składowisk odpadów, na których składowane są wyłącznie odpady inne niż komunalne, konieczność wykonania pasa zieleni, jego szerokość i usytuowanie uzależnia się od uciążliwości i lokalizacji składowiska. Pas zieleni może być wykonany poza granicami obiektu, np. na wydzierżawionym pasie wokół składowiska. Można również skomponować pas zieleni z naturalną zielenią (np. las) otaczającą składowisko przy uzyskaniu zezwolenia właściciela.

Dodatkowo składowisko odpadów, na którym przewiduje się składowanie odpadów ulegających biodegradacji, powinno być wyposażone w urządzenia do mycia i dezynfekcji kół pojazdów opuszczających obiekt. Każde składowisko odpadów powinno posiadać system umożliwiający pomiar masy odpadów przyjmowanych na składowisko, w szczególności składowisko odpadów, na które odpady dostarczane są transportem kołowym, wyposażone powinno być w wagę samochodową.

Wytyczne wymienione powyżej dotyczą jedynie tego, co na składowisku powinno być zrobione bez określania szczegółowych rozwiązań technicznych. Ze względu na konieczność dostosowania szczegółowych rozwiązań technicznych do rodzaju i ilości składowanych odpadów konieczne jest pozostawienie swobody projektantom.

Według paragrafu 14 rozporządzenia eksploatacja składowiska odpadów powinna zapewniać:

- 1) ograniczenie powierzchni składowanych odpadów ekspozycyjnych na oddziaływanie warunków atmosferycznych, o ile jest to konieczne dla ograniczania zanieczyszczenia powietrza, w tym rozwiewania odpadów;
- 2) przeciwdziałanie rozwiewaniu odpadów;

- 3) gromadzenie wód odciekowych i poddawanie ich oczyszczaniu w stopniu umożliwiającym ich przyjęcie na oczyszczalnię ścieków lub odprowadzenie do wód lub do ziemi;
- 4) stateczność geotechniczną składowanych odpadów.

Zapisy zawarte w punktach od 1 do 4 ogólnie mówią o tym, że składowisko powinno być tak eksploatowane, aby nie było uciążliwe dla otoczenia. W powyższych punktach sprecyzowano, na jakie elementy w trakcie eksploatacji należy zwrócić uwagę, ale bez szczegółowego określenia sposobu rozwiązań technicznych.

4.4. Gromadzenie wód odciekowych

Wody odciekowe ze składowisk odpadów powinno się gromadzić w specjalnych zbiornikach lub bezpośrednio do kanalizacji. Pojemność zbiorników do gromadzenia wód odciekowych oblicza się na podstawie bilansu hydrologicznego. Na składowiskach, na których składowane są odpady ulegające biodegradacji, dopuszcza się wykorzystywanie wód odciekowych do celów technologicznych w ilościach wynikających z rocznego bilansu hydrologicznego. Od czasu wejścia w życie ustawy Prawo ochrony środowiska (Dz. U., 2001, 62, 627 z późn. zm.) ocieki nie są klasyfikowane jako odpady, są natomiast klasyfikowane jako ścieki. W związku z tym postępowanie z odciekami regulowane jest przez ustawy Prawo wodne (Dz. U., 2001, 115, 1229 z późn. zm.), stąd też ogólny charakter zapisów tego paragrafu w rozporządzeniu.

4.5. Wydzielanie kwater

Na składowisku odpadów wydziela się kwatery o objętości określonej w projekcie budowlanym składowiska odpadów. Powierzchnia kwater przeznaczonych do składowania odpadów niebezpiecznych nie powinna przekraczać 2500 m². W przypadku składowania odpadów ulegających biodegradacji eksploatację następczej kwatery można rozpocząć po uzyskaniu zgody na zamknięcie wydzielonej części składowiska odpadów.

4.6. Warstwa izolacyjna

Do wykonania warstwy izolacyjnej, o której mowa w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, mogą być użyte materiały będące odpadami lub materiały niebędące odpadami.

Do wykonania warstwy izolacyjnej dopuszcza się zastosowanie następujących rodzajów odpadów, wymienionych w katalogu odpadów, oznaczonych kodami:

- 1) 17 01 01 Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów,
- 2) 17 01 02 Gruz ceglany,
- 3) 17 01 03 Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia,
- 4) 17 01 07 Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06,
- 5) 17 05 04 Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03,
- 6) 20 02 02 Gleba i ziemia, w tym kamienie – pod warunkiem spełnienia wymagań określonych w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu (Dz. U. Nr 186, poz. 1553, z 2006 r., Nr 38, poz. 264 oraz z 2007 r. Nr 121, poz. 832).

Odpady służące do wykonania warstwy izolacyjnej przed użyciem poddaje się kruszeniu, o ile jest to konieczne w celu dostosowania ich do zastosowania jako warstwy izolacyjnej. Do wykonania warstwy izolacyjnej nie stosuje się odpadów tego samego rodzaju, co rodzaj odpadów składowanych na danym składowisku odpadów.

W rozporządzeniu określono, że maksymalna grubość warstwy izolacyjnej wynosi 30 cm, przy czym udział warstwy izolacyjnej w stosunku do warstwy składowanych odpadów nie przekracza 15%.

Odpady, które użyte mogą być jako warstwa izolacyjna, mogą zostać wykorzystane także do budowy tymczasowych dróg dojazdowych na składowisku odpadów; szerokość tych dróg nie może przekroczyć 4 m, a grubość warstwy użytych odpadów nie może przekroczyć 30 cm. W przypadku eksploatacji nadpoziomowego składowiska, odpady te mogą posłużyć do budowy skarp, w tym obwałowań, kształtowania korony składowiska, a także wykonywania okrywy rekultywacyjnej (biologicznej). Dopuszcza się wykorzystanie odpadów, których rodzaje oraz warunki wykorzystania w tych celach są określone w załączniku do rozporządzenia.

5. Rekultywacja składowiska odpadów

Po zamknięciu składowiska odpadów nadal powinno być w odpowiedni sposób zarządzane i kontrolowane, aby uniknąć jego negatywnego wpływu na zdrowie ludzkie i środowisko naturalne, co nazywamy rekultywacją składowiska odpadów [13]. Rekultywację wykonuje się zgodnie z harmonogramem działań związanych z rekultywacją składowiska odpadów. Proces rekultywacji prowadzony jest w sposób zabezpieczający składowisko odpadów przed jego szkodliwym oddziaływaniem na wody powierzchniowe i podziemne oraz powietrze. Rekultywacja powinna zmierzać do integracji obszaru składowiska odpadów z otaczającym środowiskiem.

Wierzchnie uszczelnienie składowiska odpadów niebezpiecznych

Po dniu zaprzestania przyjmowania odpadów do składowania na składowisku odpadów niebezpiecznych lub jego części zabezpiecza się je przed infiltracją wód opadowych przez uszczelnienie jego powierzchni.

Uszczelnienie wykonuje się z następujących warstw, poczynając od najniższej:

- 1) warstwa ekranująca złożona z warstwy mineralnej o wartości współczynnika filtracji k nie większej niż 1×10^{-9} m/s oraz izolacji syntetycznej; miąższość warstwy ekranującej wynosi co najmniej 0,5 m;
- 2) warstwa drenażowa, żwirowo-piaszczysta o wartości współczynnika filtracji k większej niż 1×10^{-4} m/s, z systemem drenów, o miąższości nie mniejszej niż 0,5 m;
- 3) wierzchnia warstwa ziemna o miąższości nie mniejszej niż 1,0 m, z żywną warstwą gleby pozwalającą na wegetację roślin.

Wierzchnie uszczelnienie składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne lub składowiska odpadów obojętnych

Po dniu zaprzestania przyjmowania odpadów do składowania na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne lub składowisku odpadów obojętnych lub ich

części, skarpy oraz powierzchnią korony składowiska porządkuje się i zabezpiecza przed erozją wodną i wietrzną przez wykonanie odpowiedniej okrywy rekultywacyjnej, której konstrukcja zależy od właściwości odpadów. Minimalna miąższość okrywy rekultywacyjnej dla składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne powinna umożliwić powstanie i utrzymanie trwałej pokrywy roślinnej.

Wymagania dotyczące rekultywacji składowisk odpadów niebezpiecznych w rozporządzeniu określono dość ściśle. Natomiast w stosunku do składowisk odpadów innych niż niebezpieczne (w tym składowisk odpadów komunalnych) wymagania są znacznie łagodniejsze. Szczegółowy zakres rekultywacji dotyczący indywidualnego składowiska powinien zostać zaproponowany przez zarządzającego składowiskiem we wniosku o zgodę na zamknięcie składowiska i zatwierdzony przez właściwy organ.

Na koronie składowisk odpadów niebezpiecznych oraz składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne nie mogą być wykonywane przez okres 50 lat od dnia zamknięcia składowiska budynki, wykopy, instalacje naziemne i podziemne, z wyłączeniem instalacji związanych z funkcjonowaniem składowiska. Okres 50 lat może być skrócony, jeżeli z ekspertyzy geotechnicznej oraz z ekspertyzy sanitarnej, dołączonej do wniosku o zmianę decyzji o zgodzie na zamknięcie składowiska, wynika, że prowadzenie na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne prac, o których była mowa wcześniej, nie spowoduje zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska. Dodatkowo ekspertyza sanitarna powinna być pozytywnie zaopiniowana przez państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego.

6. Składowiska odpadów niebezpiecznych

Składowiska odpadów niebezpiecznych lub wydzielone części na terenie składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, przeznaczone do wyłącznego składowania odpadów niebezpiecznych pochodzących z budowy, remontu i rozbiórki obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej, wymienionych w katalogu odpadów, oznaczonych kodami:

- 1) 17 06 01* Materiały izolacyjne zawierające azbest lub
- 2) 17 06 05* Materiały konstrukcyjne zawierające azbest – niezawierających substancji niebezpiecznych innych niż azbest w postaci związanej wraz z włóknami związanymi czynnikiem wiążącym, w postaci nieprzekształconej,

buduje się w specjalnie wykonanych zagłębieniach terenu ze ścianami bocznymi zabezpieczonymi przed osypywaniem się.

Odpady, o których mowa w punkcie 1 i 2, składa się w opakowaniu, w którym zostały dostarczone na składowisko odpadów. Przy składowaniu odpadów, o których mowa w punkcie 1, należy spełnić następujące wymagania:

- 1) każdorazowo po umieszczeniu odpadów na składowisku odpadów ich powierzchnię zabezpiecza się przed emisją pyłów przez przykrycie izolacją syntetyczną lub warstwą ziemi;
- 2) na składowisku odpadów lub kwaterze nie prowadzi się robót mogących powodować uwolnienie włókien.

Składowanie odpadów, o których mowa w punkcie 1, należy zakończyć na poziomie 2 m poniżej poziomu terenu otoczenia; następnie składowisko odpadów wypełnia się ziemią do poziomu terenu.

Na składowiskach odpadów niebezpiecznych lub wydzielonych częściach na terenie składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne przeznaczonych do wyłącznego składowania odpadów, o których mowa w punkcie 1, po wypełnieniu składowiska warstwami ziemi, na tym terenie nie mogą być budowane budynki, wykonywane wykopy, instalacje naziemne i podziemne ani nie prowadzi się robót naruszających strukturę tego składowiska odpadów.

L i t e r a t u r a

- [1] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. (Dz.U. Nr 39, poz. 320 z 2009 r.).
- [2] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. (Dz.U. Nr 61, poz. 549 z 2003 r.).
- [3] Korzeniowska-Rejmer E., *Rola geotechniki w zapewnieniu bezpiecznego składowania odpadów komunalnych*, Czasopismo Techniczne, z. 1-Ś/2003, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2003, 159-168.
- [4] Żygadło M., *Gospodarka odpadami komunalnymi*, Kielce 1998.
- [5] Stępnia k S., *Rozwiązania geotechniczne chroniące wody gruntowe pod wysypiskami*, Gospodarka Wodna, 12/1994, 286-288.
- [6] Wysocki L., Kotlicki W., *Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego*, Seria Instrukcje, Wytyczne, Poradniki ITB, nr 429/2007, Warszawa.
- [7] Carbofol, Huls Troisdorf AG – materiały ofertowe firmy.
- [8] Koc-Jurczyk J., *Treatment technologies of municipal waste landfill leachates*, Sewages and Waste Materials in Environment, 2009, 59-71.
- [9] Davis J.S., *Energy Limits to Technical Recycling*, Conf. Papers „Conversion of Refuse to Energy”, Montreux 1975.
- [10] Kempa E., *Gospodarka odpadami miejskimi*, Warszawa 1983.
- [11] Lemański J., *Zasady uszczelniania wysypisk, ujmowania biogazu i odcieków*, Wydawnictwo Arka Kursorjum s.c., Poznań 1993.
- [12] Skalmowski K. in., *Poradnik Gospodarowania Odpadami*, podręcznik dla specjalistów i referentów ds. środowiska Verlag Dashofer, Warszawa 2006.
- [13] Laner D., Crest M., Scharff H., Morris J.W.F., Barlaz M.A., *A review of approaches for the long-term management of municipal solid waste landfills*, Waste Management, Vol. 32, 3/2012, 498-512.