

6.1. Wstęp

Pomiędzy środowiskiem a gospodarką istnieje silny związek. Wzajemne oddziaływanie gospodarki i środowiska jest widoczne w systemach ekonomicznych tworzonych przez konsumpcję i produkcję jako wyczerpywanie się zasobów, odprowadzanie odpadów do obszarów środowiskowych, zmiana funkcji estetycznej, a także przyjmowanie przez życie globalne nowego kształtu. W tej interakcji proces zarządzania i forma ekonomiczna zmieniają środowisko, a istotne cechy środowiska odgrywają kluczową rolę w sukcesie gospodarki (Erturk, 1998; Marangoz i in., 2015). Relacje między środowiskiem a gospodarką nabrały współcześnie jeszcze większego znaczenia. Dyskusje koncentrują się na ogół na ostrożnym korzystaniu z zasobów oraz rekompensowaniu wyrządzonych szkód i ponoszonych kosztów. W tym kontekście relacja ta kształtuje się zasadniczo w dwóch punktach. Pierwszym są nakłady ponoszone na ochronę środowiska i wartości środowiskowe, drugim zaś nakłady, które gospodarka musi podjąć i ponieść, aby zlikwidować szkody w środowisku (Marangoz i in., 2015; Keleş i in., 2005).

Składowanie odpadów zorganizowane jest najbardziej powszechną i bezpieczną dla środowiska metodą unieszkodliwiania tych frakcji stałych odpadów komunalnych (SOK), których nie można zredukować, poddać recyklingowi, kompostować, spalić lub przetworzyć. Nieuporządkowane składowanie, praktykowane przez około trzy czwarte krajów i regionów świata, jest prymitywnym stadium rozwoju składowisk (Rushbrook, 2001; Joshi et al., 2007). Nieuporządkowane i niehigieniczne składowiska powodują degradację środowiska, ponieważ są podatne na otwarte spalanie i narażone na działanie osób zbierających śmieci. Często wysypiska są źle zlokalizowane i obsługiwane przez niedoświadczony technicznie personel (Kurian et al. 2005).

Nieuporządkowane wysypiska powodują szereg istotnych zagrożeń i oddziaływań na środowisko. Odcieki powstające w wyniku rozkładu odpadów zanieczyszczają zasoby wód

powierzchniowych i podziemnych. Zanieczyszczenie powietrza w wyniku otwartego spalania, zagrożenia pożarowego i wybuchów nie tylko stwarza zagrożenie dla zdrowia publicznego, ale także zwiększa emisję gazów cieplarnianych (metanu i dwutlenku węgla). Rozrzucanie odpadów przez wiatr oraz płoszenie przez ptaki, zwierzęta i zbieraczy śmieci powoduje dyskomfort estetyczny. Przykry zapach powstający w wyniku rozkładu odpadów na wysypisku ogranicza rozwój zagospodarowania przestrzennego, gdyż obniża wartości ekonomiczne i społeczne w środowisku. Brak regularnego przykrycia wysypiska przyciąga zwierzęta, a także osoby, które wchodzi i zbierają odpady bez pozwolenia.

Proces rekultywacji wysypiska w zrównoważone składowisko może odbywać się stopniowo, zależnie od ryzyka, jakie stwarza składowisko i jego aspektów finansowych. Kluczem do umożliwienia takiej zmiany jest wprowadzenie stopniowej poprawy standardów składowania odpadów zgodnie z aktualną wiedzą naukową i dostępnymi środkami finansowymi (Rushbrook, 2001; Rushbrook, 1999). W kolejnych częściach tego rozdziału przedstawiono aspekt finansowy nieuporządkowanych wysypisk i jego rehabilitację z zastosowaniem działań inżynierskich.

6.2. Stabilność skarp i budowa nasypów

Stabilność skarp i konstrukcja nasypu są jednym z ważnych parametrów finansowych rekultywacji składowiska nieuporządkowanego. Czynniki stabilności wysypiska obejmują globalną stabilność masy wysypiska (tj. zdolność wysypiska do utrzymania się), stabilność nawierzchni systemu gleby wierzchniej oraz umiejscowienie. Na stabilność składowiska wpływa rodzaj odpadów, sposób zagęszczania, głębokość zasypywania i stromość zboczy. Stromo nachylone składowanie odpadów stałych oraz warunki wysokiej wilgotności w masie odpadów powodują niestabilność obszaru zdeponowania odpadów. Na niestabilność nawierzchni wpływają rodzaje materiałów użytych do utworzenia układu nawierzchni, tarcie międzyfazowe, właściwości odwadniające tych materiałów oraz przyłożone obciążenia.

Stopień uziemienia i nachylenie składowiska może znacząco wpłynąć na projekt pokrywy, zarządzanie wodami opadowymi, zarządzanie gazem składowiskowym i inne ulepszenia obiektu na zamkniętym składowisku (Perl, 1998). Odpady osiadają z powodu obciążeń spowodowanych ciężarem masy odpadów i rozkładem odpadów. W ciągu 20 lat masa gazu i odcieków odprowadzanych ze składowiska odpadów może osiągnąć nawet 22% początkowej suchej masy odpadów. Ostatecznie, po ustabilizowaniu, kopiec składowiska traci około 10-25% swojej pierwotnej wysokości (Frantzis, 1991). Skuteczne działania w zakresie rekultywacji składowiska

muszą dokładnie uwzględnić stabilność, jak również zarządzanie biogazem i ociekami (Ayalon et al., 2006).

Nachylenie wysypiska ma pierwszorzędne znaczenie, ponieważ wymagane jest wystarczające nachylenie, aby zachęcić do przepływu wody powierzchniowej bez tworzenia się stawów, kałuż lub erozji pokrywy końcowej. Stopień i długość terenu wpływają na erozję zbocza. Wykończone zbocza wypełnionych części terenu powinny mieć nachylenie 2-8% i nie powinny przekraczać górnej granicy. Proces tworzenia skarpy i budowę nasypu na otwartym wysypisku śmieci podano na rys. 6.1.



(a)



(b)

Rysunek 6.1. Proces tworzenia skarpy na składowisku

Stabilizacja zbocza i budowa nasypów w procesie rekultywacji ma udział od 14% do 16% całkowitego budżetu. Wykopy, transport, układanie i prasowanie odpadów, wykopy i wypełnianie nieuporządkowanych wysypisk, a także budowa dróg na obszarze rekultywacji stanowią część budowy stabilizacji zbocza i nasypu.

Koszt wykopu, transportu, układania i prasowania odpadów wynosi około 1,5 € za m³ odpadów stałych. Koszt procesów wykopywania i wypełniania na otwartym wysypisku wynosi około 7 € za m³ odpadów stałych. Koszt budowy drogi dla obszaru rehabilitacji wynosi około 5 € za m² (Balikesir Metropolitan Municipality, 2017).

6.3. System odprowadzania odcieków

Odciek ze składowiska jest definiowany jako ściek o wysokiej sile, który ma wysoką zawartość zanieczyszczeń i toksyn (Bodzek et. al., 2006). Ocieki są niezwykle szkodliwe dla środowiska. Jednym z najważniejszych skutków działania odcieków ze składowisk jest to, że mieszają się one z ekosystemami wodnymi, takimi jak jeziora i strumienie, powodując wzrost ilości glonów i planktonu. Ilość tlenu w zbiorniku wodnym zmniejsza się, a życie ekosystemu wodnego jest z czasem zagrożone (Lavrova et al., 2010). Ze względu na wysoką toksyczność, ocieki ze śmieci stanowią duże zagrożenie dla wód gruntowych i powierzchniowych. Zawartość odcieków ze składowisk zależy od składu odpadów, warunków klimatycznych oraz wieku i stopnia degradacji odpadów stałych (Bulc, 2006).

Rury odciekowe, które należy zainstalować w celu oczyszczania odcieków, zależą od różnych czynników, takich jak głębokość zalegania odpadów, topografia terenu, gleba podstawowa oraz wiek zgromadzonych odpadów. Instalacja jest wymagana, jeśli jest możliwa do wykonania pod względem ekonomicznym i inżynierskim. Źródła wody wyciekowej, które mogą wystąpić w obszarze rekultywacji, powinny być określone przed procesem ostatecznego pokrycia. Budowa kanałów i rowów może być stosowana do zbierania odcieków.

Zebrane ocieki należy następnie skierować do zbiornika zatrzymującego ocieki, znajdującego się w dole terenu. Poniżej skarpy składowiska można zbudować rów powstrzymujący, ścianę ścinającą i rury zbierające, aby zapobiec podziemnemu przemieszczaniu się odcieku. Środki te nie gwarantują jednak, że wody gruntowe lub powierzchniowe wokół miejsca składowania nie zostaną zanieczyszczone. Są to proste i niedroge środki naprawcze mające na celu maksymalne ograniczenie możliwego zanieczyszczenia. Do oczyszczania odcieków można stosować metody biologiczne lub chemiczne. Metody biologiczne obejmują przepuszczanie ścieków przez serię

stawów stabilizacyjnych lub wykorzystanie roślinności do pochłaniania lub trawienia zanieczyszczeń. Z kolei metody chemiczne polegają na oczyszczaniu odcieków za pomocą środków chemicznych.

System drenażu odcieków obejmuje budowę basenu/zbiornika zbierającego odcieki, proces układania warstwy gliny oraz procesy układania i zgrzewania geomembran. System drenażu odcieków w procesie rekultywacji utrzymuje się na poziomie od 5% do 7% całkowitego budżetu rekultywacji. Koszt basenu/zbiornika do zbierania odcieków wynosi około 7 € za m³. Koszt procesu położenia warstwy gliny wynosi około 17 €/m³ dla basenu odcieków i wreszcie koszt procesów układania i spawania geomembrany wynosi około 7,5 € za m² (Balikesir Metropolitan Municipality, 2017). Koszt oczyszczania odcieków znajduje się poza zakresem niniejszego rozdziału.

6.4. System odwadniania wód powierzchniowych

Celem zainstalowania urządzenia odwadniającego jest zmniejszenie ilości wód powierzchniowych wpływających na nieuporządkowane składowisko. W zależności od topografii nieuporządkowanego składowiska i jego otoczenia, deszcz gromadzi się na powierzchni i może uszkodzić składowisko. Ilość opadów i powstających wód powierzchniowych jest zwykle znacznie większa niż ilość odcieków powstających na otwartym składowisku. Jeśli duże ilości wód powierzchniowych dostaną się na teren składowiska odpadów, ilość odcieków znacznie wzrośnie, a tym samym przekroczy zdolność instalacji do gromadzenia, przetrzymywania i oczyszczania. Aby uniknąć takich sytuacji, konieczne jest zapobieganie przedostawaniu się wód powierzchniowych na składowisko odpadów i ich oddzielanie. Nasypy lub drenaże obwodowe budowane są z dala od miejsc składowania, a woda kierowana jest na stronę wznoszącą składowiska. Erozja jest ważnym parametrem podczas prowadzenia badań nad zmianą kierunku przepływu wody. Należy zadbać o to, aby zapobiec erozji. Oczyszczalnie ścieków powierzchniowych można podzielić na następujące kategorie (<https://www.sprep.org> 2022).

6.4.1. Odwadnianie obwodowe

Celem systemu drenażu obwodowego jest zbieranie wody deszczowej i powierzchniowej oraz zapobieganie jej spływaniu do obszaru składowania odpadów. Drenaż obwodowy kieruje wody powierzchniowe do zbiornika burzowego. Po wypełnieniu terenu i założeniu ostatecznej pokrywy glebowej drenaż obwodowy powinien również zbierać wody powierzchniowe

wewnątrz składowiska. Dreny środowiskowe nie tylko odwadniają wody powierzchniowe z wypełnienia, ale również pełnią funkcję zapobiegającą przedostawaniu się zwierząt i osób, które wtargnęły na teren składowiska w celu zebrania materiałów. (<https://www.sprep.org> 2022).

6.4.2. Drenaż powierzchniowy składowiska

Po nałożeniu ostatecznego gruntu wierzchniego instaluje się dreny powierzchniowe składowiska, które odprowadzają spływy z otwartej powierzchni składowiska. Dreny powierzchniowe są wykopywane na w pełni zagęszczonej końcowej warstwie nawierzchni do wymaganego nachylenia (zwykle 2% do 3%). Odpływy powierzchniowe są wykopywane do wymaganego nachylenia (zwykle 2 do 3%) na w pełni zagęszczonej końcowej warstwie nawierzchni.

Szybkość osiadania gruntu jest wysoka w początkowej fazie po zasypaniu terenu. Dlatego zaleca się, aby proste dreny, takie jak rów otwarty, były instalowane tymczasowo, do czasu zakończenia osiadania gruntu (końcowej pokrywy gleby). Gdy osiadanie jest już prawie zakończone, można wykonać rów z betonu jako konstrukcję stałą.

6.4.3. Kanał zmiany kierunku przepływu

Kanały przekierowujące są wymagane w przypadkach, gdy obszary zlewne zarówno nieuporządkowanego wysypiska, jak i terenów zewnętrznych są zbyt duże, a przepustowość drenaży obwodowych jest uznawana za niewystarczającą dla wód powierzchniowych z terenów otaczających. System odwodnienia powierzchniowego w procesie rekultywacji utrzymuje się na poziomie od 5% do 7% całkowitego budżetu rekultywacji. Koszt systemu odwodnienia powierzchniowego wynosi około 123 € za metr (Balıkesir Metropolitan Municipality, 2017).

6.5. System odwadniania gazu

Główną funkcją instalacji do odprowadzania gazów jest jak najszybsze uwolnienie gazów powstających z warstw składowiska, zanim zaczną oddziaływać na tereny otaczające. Przyspiesza to również proces stabilizacji składowiska w systemie półtlenowym. Instalacja do odpowietrzania gazu musi być zaplanowana i zaprojektowana tak, aby spełniała te cele.

Zazwyczaj instalacja do odpowietrzania gazu w systemie składowisk półtlenowych składa się z poziomych i pionowych/pochyłych rur odpowietrzających. Pionowa rura odpowietrzająca jest instalowana na szczycie szybu przyłączeniowego. Dołek przyłączeniowy służy do połączenia głównych rur zbierających odcieki i rur odgałęziających, tym przypadku studzienka

połączeniowa jest wykonana z betonu, który jest układany na miejscu za pomocą szalunku. Ponieważ zadaniem kanału przyłączeniowego jest połączenie rur i zapewnienie przestrzeni dla swobodnego przepływu powietrza, można go wykonać z innych materiałów, takich jak bloki cementowe, cegły, drewno, zużyte beczki, zużyte opony, kopce żwiru/skalnego materiału itp. Nie musi on być kwadratowy ani murowany (Swarbrick i in., 2011). Typowy drenaż gazowy i jego system przedstawiono na rysunku 6.2.



(a)



(b)



(c)



(d)

Rysunek 6.2. Przykłady instalacji systemu odprowadzania gazu.

W rekultywacji nieuporządkowanych wysypisk śmieci zakłada się kominy gazowe, jak pokazano na rysunku 6. w celu odprowadzenia gazu wysypiskowego z masy odpadów. W skład systemu odwadniania gazu wchodzi studnie gazowe, konstrukcje biofiltrów oraz studnia obserwacyjna. System odwadniania gazu w procesie rekultywacji utrzymuje się na poziomie od 4% do 6% całkowitego budżetu. Koszt budowy studni gazowej i biofiltra wynosi około 1350 € za jedną sztukę. Koszt studni obserwacyjnej wynosi około 4250 € za jedną sztukę (Balikesir Metropolitan Municipality, 2017).

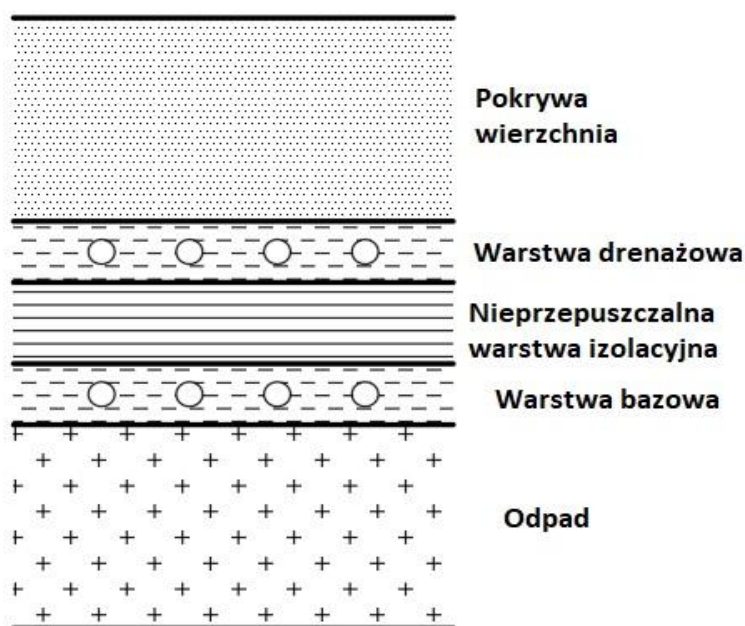
6.6. Pokrywa wierzchnia

Tworzenie się odcieków trwa na otwartym wysypisku, podobnie jak na terenach składowisk sanitarnych. Składowisko zorganizowane i nieuporządkowane wysypiska powinny być pokryte

ostateczną pokrywę górną, aby zapobiec zwiększeniu ilości odcieków w wyniku opadów atmosferycznych. Pokrywa powinna być wystarczająco nieprzepuszczalnym materiałem i mieć odpowiedni spadek. Pokrywa powinna być umieszczona na składowisku po zakończeniu procesu składowania (i po wystąpieniu największej depresji na składowisku). Końcowa pokrywa górna zapobiega przeciekaniu wody z opadów atmosferycznych na teren składowiska. Pokrywa ostateczna powinna składać się z 4 warstw;

- Warstwa bazowa
- Nieprzepuszczalna warstwa izolacyjna
- Warstwa drenażowa
- Pokrywa wierzchnia

Schematyczną ilustrację ostatecznej pokrywy przedstawiono na rysunku 6.3 (Republic of Turkey Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, 2014).



Rysunek 6.3. Schematyczna ilustracja pokrywy końcowej

6.6.1. Warstwa podstawowa

Jakość zbudowanego systemu pokrywy wierzchniej zależy w dużej mierze od wytrzymałości umieszczonej na niej warstwy bazowej. Na ostatniej ułożonej warstwie odpadów należy ułożyć warstwę ziemi (jej grubość powinna wynosić ok. 30 cm, w zależności od wielkości składowanych odpadów).

Ma to na celu zabezpieczenie górnej izolacji przed zniszczeniem. Pokrywa ta może być wykonana z naturalnego materiału piaszczystego, który umożliwia ewakuację powstałego gazu

składowiskowego, lub z materiałów gruboziarnistych z placów budowy, czy też ze skrawków przemysłu ceglarskiego. Za pomocą systemu transportu gazu znajdującego się w tej warstwie, gaz składowiskowy zgromadzony w dolnej warstwie uwalniany jest do powietrza.

6.6.2. Nieprzepuszczalna warstwa izolacyjna

Na wierzchu warstwy fundamentowej należy ułożyć nieprzepuszczalną warstwę izolacyjną. Warstwa ta powinna być wykonana z elastycznego materiału lub kombinacji materiałów, które są nieprzepuszczalne dla gazu i wody.

W zasadzie warstwa izolacyjna wykonana z folii z tworzywa sztucznego jest całkowicie nieprzepuszczalna dla wody. Należy jednak uwzględnić możliwość miejscowej nieszczelności spowodowanej błędem podczas montażu i przeciążeniem. Jako warstwa nieprzepuszczalna ma być zastosowana osłona uszczelniająca z tworzywa sztucznego, należy ją w regularnych odstępach czasu sprawdzać i zabezpieczać przed przeciekaniem. Ogólnie należy rozważyć wymianę tych osłon co 30 lub 40 lat, aby zapewnić optymalne warunki.

6.6.3. Warstwa drenażowa

W celu odprowadzenia nadmiaru wody z wyższej warstwy gruntu i zabezpieczenia tej warstwy przed intensywnymi opadami atmosferycznymi, na nieprzepuszczalnej warstwie izolacyjnej należy wykonać warstwę drenażową.

Warstwa drenażowa powinna być zbudowana z piasku o niskiej zawartości humusu i wysokiej przepuszczalności. Wewnątrz warstwy drenażowej należy umieścić podbudowę drenażową. Warstwie należy nadać przynajmniej niewielki spadek, aby nadmiar wody dostający się do warstwy mógł spłynąć grawitacyjnie i dotrzeć do głównych rur zbiorczych na obrzeżach. Rury zbiorcze realizują zadanie usuwania nadmiaru wody ze składowiska.

6.6.4. Przykrycie pokrywy wierzchniej warstwą gleby

Ostateczny system przykrycia terenu składowiska uzupełnia ułożenie wierzchniej warstwy gleby. Zadaniem tej warstwy jest ochrona warstw leżących poniżej przed uszkodzeniami mechanicznymi, wysychaniem i spękaniem (przy wzroście roślin), penetracją korzeni roślin i erozją.

Grubość i jakość tej warstwy będzie różna w zależności od ilości potrzebnej wody, planowanej uprawy oraz przeznaczenia zamkniętego składowiska. W każdym przypadku warstwa ta musi mieć co najmniej 1 m grubości. Jeśli drewno ma być wykorzystane w architekturze krajobrazu, potrzebna będzie grubsza warstwa. Nie zaleca się sadzenia głęboko zakorzenionych drzew nad powierzchnią składowiska.

Wokół tych obszarów należy zbudować rowy i barykady, aby zapobiec przedostawaniu się wód deszczowych i powodziowych na zewnątrz składowiska. Nieprzepuszczalna górna warstwa

pokrywy zapobiega również niekontrolowanej emisji gazu składowiskowego. Jednakże, może być również wymagany system zbierania, przetwarzania lub utylizacji gazu. Ogólnie rzecz biorąc, jeśli grunt jest nieprzepuszczalny na składowiskach nieuporządkowanych, zastosowanie systemu pokrywy końcowej będzie wystarczające, ponieważ odpady nie będą miały połączenia z wodami gruntowymi (Turan et al. 2009).

Proces ostatecznego pokrycia w rekultywacji nieuporządkowanych składowisk odpadów kształtuje się na poziomie od 70% do 74% całkowitego budżetu. Proces ostatecznego pokrycia obejmuje budowę warstwy równoważącej, dostarczenie i uformowanie naturalnej gliny, dostarczenie i ułożenie żwiru, dostarczenie i ułożenie geowłókniny do separacji. Koszt wykonania warstwy wyrównawczej wynosi około 4,5 € za m³. Koszt dostarczenia i uformowania gliny naturalnej wynosi ok. 17 € za m³. Koszt dostarczenia i ułożenia żwiru wynosi około 8 € za m³. Koszt dostawy i ułożenia geowłókniny do separacji wynosi około 1,2 € za m². Przybliżony harmonogram kosztów rehabilitacji nieuporządkowanego wysypiska podano w tabeli 6.1, a cenę jednostkową aplikacji inżynierskich podano w tabeli 6.2 (Balikesir Metropolitan Municipality, 2017).

Table 6.1. **Aspekty finansowe rekultywacji nieuporządkowanych składowisk.**

	PRACE INŻYNIERYJNE	Procent płatności (%)		KOSZT CAŁKOWITY EURO (€)	
Wykopy, transport, układanie i zagęszczanie odpadów	Stabilność skarp i budowa nasypów	6,1452	15,125	39.631,6	97.547,4
Wykopy ziemne i wypełnienia		6,3260		40.797,7	
Konstrukcja ogrodzenia z drutu		0,5698		3.674,68	
Budowa dróg		2,0845		13.443,3	
System odprowadzania odcieków, Basen zbierający odcieki i szczelność zbiornika na odcieki	System odprowadzania odcieków	6,2063	6,2063	40.025,5	40.025,5
System odprowadzania wody powierzchniowej	System odprowadzania wody powierzchniowej	1,4790	1,4790	9.538,05	9.538,05
Budowa studni gazowych i biofiltrów	System odprowadzania gazu	3,1623	5,1533	20.394,5	33.234,3
Studnia obserwacyjna		1,9909		12.839,7	
Pokrywa wierzchnia	Pokrywa wierzchnia	72,036	72,036	464.574	464.574
		100,00	100,00	644.920	644.920

Table 6.2. Cena jednostkowa prac inżynierskich dotyczących rekultywacji nieuporządkowanego składowiska.

Działanie	Jednostka	Cena jednostkowa (Euro)
Maszyny, Wykopy, Transport, Układanie i Zagęszczanie odpadów	m ³	1,49
Wykopy i Transport (transport do wypełnionych obszarów)	m ³	1,68
Prace związane z wypełnianiem (z nadmiarem materiału z wykopu)	m ³	1,18
Prace związane z wypełnianiem (z materiałem do pozyskania z zewnątrz)	m ³	4,15
Budowa dróg	m ²	5,01
Konstrukcja ogrodzenia z drutu	m	36,75
System Pokrywy Wierzchniej: Konstrukcja warstwy równoważącej	m ³	4,64
System Pokrywy Wierzchniej: Dostawy i formowanie naturalnego materiału ilastego	m ³	17,27
System Pokrywy Wierzchniej: Dostawa i układanie materiałów żwirowych	m ³	7,86
System Pokrywy Wierzchniej: Dostawa i układanie geowłókniny do separacji, 300 gr/m ²	m ²	1,13
System Pokrywy Wierzchniej: Budowa górnej pokrywy gleby	m ³	4,64
0.3x0.3x0.9 Kanał odprowadzania wody powierzchniowej	m	9,61
Dostawa i układanie rurociągu wody powierzchniowej Ø500	m	114,86
Ø 300 mm Rura perforowana SS	m	87,57
Ø 300 mm Rura zamknięta SS	m	59,83
H=2,25 m Ø 1000 mm rura HDPE	piece	538,55
Dla basenu z odciekami: Wykopy i transport (transport do wypełnionych obszarów)	m ³	1,68
Dla basenu z odciekami: Prace wypełniające (z urobku)	m ³	1,18
Dla basenu z odciekami: Prace wypełniające (z materiałem do pozyskania z zewnątrz)	m ³	4,15
Leachate Pool: Dostarczanie i formowanie naturalnego materiału ilastego	m ³	17,27
Dostawa i układanie geomembrany HDPE do basenu z odciekami	m ²	7,40
Odwierty gazowe i tworzenie biofiltrów	piece	1.359,64
Studnia obserwacyjna	piece	4.279,93
Wysiewanie nasion trawy	da	182,46

Nawadnianie terenów parkowych	ha	1,01
-------------------------------	----	------

References

Ayalon, O., Becker, N., & Shani, E. (2006). Economic aspects of the rehabilitation of the Hiriya landfill. *Waste Management*, 26(11), 1313-1323.

Balikesir Metropolitan Municipality, (2017). The rehabilitation report of Gönen open dump site

Bodzek, M., Łobos-Moysa, E., Zamorowska, M., (2006). Removal of organic compounds from municipal landfill leachate in a membrane bioreactor. *Desalination* 198, 16–23.

Bulc, T.G., (2006). Long term performance of a constructed wetland for landfill leachate treatment. *Ecological Engineering* 26, 365–374.

Ertürk, (1998), Introduction of Environment Science. Uludag University Empowerment Foundation Publications, Bursa.

Frantzis, I., (1991). Settlement in the landfill Site of Schisto. *Proceedings of Sardinia 91 Third International Landfill Symposium*, 14–18 October, S. Margarita di Pula (Cagliari), Sardinia, Italy, Vol. 2, pp. 1189–1195.

Joshi, V. and Nachiappan N.C (2007), “Management of Old MSW Dumps – Challenges and Opportunities”, *Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management*, Chennai, India, 5-7 September, pp. 3-9

Keleş and Hamamcı, (2005). *Environmental Policy*. İmge Bookstore, Ankara.

Kurian, J., Esakku, S., Nagendran, R., & Visvanathan, C. (2005, October). A decision-making tool for dumpsite rehabilitation in developing countries. In *Proceedings of Sardinia*.

Lavrova, S., Koumanova, B., (2010). Influence of recirculation in a lab-scale vertical flow constructed wetland on the treatment efficiency of landfill leachate. *Bioresource Technology* 101, 1756–1761.

Marangoz, M., Önce, A. G., & Aydın, A. E. (2015), The importance of e-waste management in terms of environmental economy and sustainable development. In *International Conference on Eurasian Economies* (pp. 9-11).

Perl, N., (1998). Development of Rehabilitation of a Waste Disposal Site as an Open Area. Master's thesis, The Technion, ITT, Haifa, Israel (in Hebrew), 217 pp.

Republic of Turkey Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, (2014), *The guide of the landfill operation*.

Rushbrook, P., (1999). Getting from subsistence landfill to sophisticated landfill, Waste Management and Research, ISWA, Vol.17, pp 4-9.

Rushbrook, P., (2001), “Guidance on Minimum Approaches for Improvements to Existing Municipal Waste Dumpsites”, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

Swarbrick, G. E., & Stuetz, M. R. (2010). Handbook for the design, construction, operation, monitoring and maintenance of a passive landfill gas drainage and biofiltration system.

https://www.sprep.org/att/IRC/eCOPIES/pacific_region/14.pdf

Turan, N.G., Çoruh, S., Akdemir, A. and Ergun, O.N., (2009), Country Report, Municipal solid waste management strategies in Turkey, Waste Management, 29 (2009) 465–469