

Odtworzenie pojemności wysypiska

Odtwarzanie wysypisk jest dość nową metodą zwiększenia pojemności wysypisk komunalnych, opracowaną w celu uniknięcia wysokich kosztów pozyskania nowych terenów. Koszty odtworzenia często przewyższają wartość handlową wydobytych materiałów lub oszczędności powstałych dzięki ich zużyciu na potrzeby własne. Korzyści z pozyskania surowców wtórnych, ziemi do rekultywacji i palnych odpadów do wytwarzania energii, są często mniejsze niż oszczędności na nakładach na dekontaminację terenu, na długoterminową opiekę nad zamkniętym wysypiskiem oraz na rekultywację terenu pod inne użytkowanie.

Niezależnie od wymienionych korzyści odtwarzanie wysypisk związane jest z określonymi zagrożeniami. Trzeba pamiętać, że odkrywka składowiska odpadów może uwolnić metan i inne gazy powstające w czasie rozkładu odpadów. Można też wykopać niebezpieczne odpady, których neutralizacja będzie drogo kosztować. W końcu roboty górnicze mogą spowodować zapadanie się sąsiednich gruntów i osuwiska. Ponadto twarde i sprasowane odpady będą szybko zużywać sprzęt górniczy. Dlatego operator wysypiska przed podjęciem decyzji o odtworzeniu objętości roboczej powinien zadbać o odpowiednie rozpoznanie sytuacji.

W USA prowadzi się od lat 1980 tych wiele robót polegających na odtworzeniu pojemności wysypisk komunalnych. Przedstawimy tu najważniejsze informacje o dostępnej technologii i o wynikach kilku przykładowych realizacji.

Podstawowe zadania

Odtworzenie pojemności wysypiska może być wykonane na wiele sposobów. Sposób prowadzenia prac zależy od zadań postawionych przed wykonawcami i od ograniczeń wynikających z sytuacji na danym terenie. Sprzęt używany w tym celu najczęściej jest adaptowany z przemysłu wydobywczego. Również stosuje się wiele urządzeń normalnie używanych do budowy i obsługi wysypiska. Zwykle prace prowadzi się w ramach kilku zadań:

Wydobycie

Koparka wydobywa zawartość kolejnych komór wysypiska. Ładowarka potem tworzy z wydobytego materiału foremne haldy, z których wyodrębnia wielkogabarytowe odpady, w rodzaju urządzeń i prętów stalowych.

Oddzielenie Ziemi (przesiewanie)

Obrotowy przesiewacz bębnowy albo sito wibracyjne oddziela ziemię (w tym również materiał pokrywy wysypiska) od wydobytych odpadów. Typ i gradacja sit przesiewacza zależy od przeznaczenia odzyskanej ziemi. Na przykład, jeśli ma być ona przeznaczona na pokrycia dla wysypisk, wystarczy zastosować sito o otworach rzędu 6 cm. Natomiast jeśli ziemia ma być sprzedana jako materiał wypełniający lub do innych celów, wymagających większego udziału materiałów mineralnych, trzeba zastosować sito o mniejszej gradacji dla usunięcia małych kawałków metalu, szkła, papieru i plastyku. Bardziej efektywne są w tym wypadku sita bębnowe niż wibracyjne. Jednak sita wibracyjne mają wielu

zwolenników, gdyż są mniejsze, bardziej mobilne i łatwiejsze do uruchomienia.

Odzyskiwanie surowców wtórnych lub neutralizacja

W zależności od potrzeb można odzyskiwać zarówno ziemię jak i surowce wtórne. Oddzielona od odpadów ziemia może być zastosowana do wypełnień gruntowych lub jako pokrycie na wysypisku. Odzyskane odpady mogą być rozsortowane na poszczególne rodzaje (np. złom żelaza lub aluminium) w urządzeniu do odzyskiwania surowców wtórnych . Mogą być też spalone w spalarni odpadów w celu odzyskania energii.

Etapy Planowania

Zanim operator wysypiska rozpocznie planowanie odtworzenia pojemności wysypiska, powinien uważnie ocenić wszystkie aspekty całego programu. Zaleca się następujący tryb postępowania:

- Wykonanie studium charakteryzującego wysypisko
- Ocena możliwych do osiągnięcia korzyści ekonomicznych
- Zapoznanie się z wymaganiami administracji
- Sporządzenie wstępnego projektu warunków bezpieczeństwa i higieny pracy zatrudnionych
- Oszacowanie kosztów programu

Już na etapie wstępu do projektowania operator wysypiska musi rozważyć szereg korzyści i trudności związanych z wydobyciem ładunku. Sekwencyjność planowania polega na wprowadzeniu po każdym etapie projektowania elementu cząstkowej analizy wykonalności wcześniej wybranych rozwiązań projektu. Po zakończeniu wszystkich pięciu etapów projektowania planiści powinni wykonać ocenę wykonalności w kategoriach bilansu korzyści i kosztów. Wyczerpujący krytyczny przegląd końcowy powinien zawierać zestawienie zadań programu i porównanie obranej drogi ich realizacji z alternatywnymi sposobami osiągnięcia postawionych zadań.

Studium charakterystyki wysypiska

Pierwszym etapem budowy programu odtworzenia pojemności wysypiska jest sporządzenie jego wszechstronnej charakterystyki w celu wskazania części wysypiska, która ma być objęta programem oraz określenia tempa przeróbki wydobytych odpadów. Charakterystyka powinna zawierać ocenę szeregu warunków lokalnych, jak układ geologiczny, stabilność sąsiednich terenów, poziom wód gruntowych. Ponadto powinny znaleźć się w niej oceny udziału w ładunku wysypiska: materiału ziemnego przydatnego do wtórnego zagospodarowania, surowców wtórnych, odpadów palnych i odpadów niebezpiecznych.

Ocena potencjalnych korzyści ekonomicznych

Informacje zebrane w czasie charakteryzacji wysypiska umożliwiają planistom sporządzenie oszacowania wielkości korzyści ekonomicznych wynikających z programu odtworzeniowego. Jeśli z oszacowania wyniknie wskazanie na ogólną pozytywną ocenę finansową programu, pozwoli to na inwestowanie w kolejne etapy projektowania. Wprawdzie względy ekonomiczne będą przypuszczalnie odgrywać podstawową rolę w programie odtworzeniowym, jednak w grę wchodzi szereg innych czynników. Jednym z nich jest wsparcie społeczne dla programów

recyklingu i ekologicznego zarządzania środowiskiem. Największe potencjalne korzyści z programu odtworzeniowego są oczywiste. Niemniej projekt będzie generował zyski tym większe, jeśli odzyskane materiały będą miały wartość rynkową. Wprawdzie wielkość dochodów z programu silnie zależy od warunków lokalnych, jednak można wymienić ogólnie występujące ich kategorie:

1. Zwiększenie pojemności wysypiska

2. Oszczędności na kosztach:

Zamknięcia wysypiska

Opieki nad terenem po zamknięciu wysypiska i monitoringu

Pozyskania dodatkowej pojemności i systemów zabezpieczających

Odpowiedzialności za rekultywację terenów przyległych do wysypiska

3. Dochody z :

Odzysku surowców wtórnych (np. złom żelazny, aluminium, plastik, szkło)

Palne odpady sprzedane jako paliwo alternatywne

Zastosowanie odzyskanej ziemi jako materiału pokryciowego, wypełnienia budowlanego, itp.

Wartość terenu odzyskanego dla innych potrzeb

W celu uzyskania tych informacji należy przeprowadzić analizę następujących kwestii:

Aktualną pojemność wysypiska i istniejące potrzeby

Planowane koszty zamknięcia wysypiska lub poszerzenia jego terenu

Aktualne i przyszłe odszkodowania

Chłonność rynku na surowce wtórne i odzyskane materiały

Przypuszczalną wartość terenu odzyskanego dla innego użytkowania

Zapoznanie się z wymaganiami Administracji

Obecnie nie ma ograniczeń prawnych wobec prac nad odtworzeniem pojemności wysypiska. Jednak przed podjęciem tych robót należy skontaktować się z administracją państwową i lokalną w celu upewnienia się czy nie mają one jakiś specjalnych wymagań.

Ustanowienie Programu Bezpieczeństwa i Higieny Pracy

Kiedy planiści sprecyzują ramowy program robót dla projektu

odtworzenia pojemności wysypiska, muszą określić zagrożenia zdrowia i bezpieczeństwa pracowników wysypiska jakie można przewidywać w czasie realizacji. Ponieważ potencjalne zagrożenia zostały już określone na etapie charakteryzacji terenu i przy pozyskiwaniu informacji historycznych o pracy zakładu utylizacji, można opracować metody ich ograniczenia lub eliminacji. Informacje te stanowią podstawę kompletnego systemu bezpieczeństwa i higieny pracy. Zanim podjęte zostaną prace wydobywcze należy wszystkich pracowników objąć szkoleniem w zakresie bezpieczeństwa pracy i przeprowadzić ćwiczenia procedur ratownictwa. Autorzy instrukcji bezpieczeństwa i higieny pracy stoją wobec szczególnie złożonego problemu z powodu trudności przewidywania rodzaju i charakterystyki materiałów zakopanych w wysypisku. Zatrudnieni przy pracach wydobywczych mogą zetknąć się z materiałami niebezpiecznymi. Dlatego procedury ratownictwa powinny przewidywać przeciwdziałanie wielu zagrożeniom i sposoby postępowania z wieloma materiałami. Wprawdzie instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy muszą być dostosowane do sytuacji typowej dla danego terenu, jak też do zadań określonej procedury, jednak powinny one zwykle uwzględniać następujące elementy:

- Powiadomienie zatrudnionych o zagrożeniu (tzn. element "Prawa do Informacji")
- Środki zabezpieczenia dróg oddechowych, odpowiednie do rodzaju materiału urządzenia do identyfikacji i oceny zagrożenia, inżynierskie urządzenia zabezpieczające, pisemne instrukcje dla standardowych procedur, szkolenie w zakresie używania środków ochronnych, wyboru aparatów oddechowych i detektorów, właściwego magazynowania materiałów, a w końcu okresowe sprawdziany środków bezpieczeństwa.
- Procedury bezpieczeństwa przed wprowadzeniem pracowników do zamkniętych przestrzeni roboczych, w tym: próbkowanie powietrza na zawartość wybuchowych gazów, na ubytek tlenu, na stężenie siarkowodoru (np. w wykopach i w rowach o głębokości większej niż 1,5 m).
- Przeciwdziałanie zapyleniu i hałasowi.
- Zapewnienie nadzoru medycznego, obowiązkowego w jednych okolicznościach, a w innych zalecanego.
- Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa pracy, w tym o zapobieganiu wypadkom i o procedurach ratunkowych dla sytuacji zagrożenia niebezpiecznymi materiałami.
- Rejestracja zdarzeń.

Instrukcja powinna również obejmować wymagania wobec sprzętu ochrony osobistej dla pracowników, zwłaszcza kiedy spodziewane jest wydobywanie niebezpiecznych materiałów. Są trzy rodzaje sprzętu ochrony osobistej używanego w czasie prac odtworzenia pojemności wysypiska:

- Standardowe środki ochronne (np. kaski, okute blachą buty, okulary lub maski ochronne, rękawice ochronne, nauszники przeciw hałasowi).
- Specjalistyczne środki ochronne (np. kombinezony przeciwchemiczne, respiratory i osobiste aparaty oddechowe)
- Urządzenia do monitoringu (np. miernik stężenia gazów palnych, detektor siarkowodoru i analizator tlenu)

Ocena kosztów programu

Informacje zebrane podczas realizacji poprzednich etapów planowania pozwalają na oszacowanie kosztów kapitałowych i operacyjnych

odtworzenia pojemności wysypiska. Wraz z nakładami na prace projektowe koszty programu będą składać się z :

1. Kosztów kapitałowych

- Przygotowania terenu
- Wynajęcie lub zakup urządzeń wydobywczych
- Wynajęcie lub zakup sprzętu ochrony osobistej dla zatrudnionych
- Budowa lub rozbudowa instalacji do przeróbki materiałów
- Wynajęcie lub zakup sprzętu transportowego

2. Kosztów operacyjnych:

- Płace pracowników (np. operatorów sprzętu)
- Paliwo dla urządzeń i ich konserwacja
- Składowanie odpadów nie nadających się do spalania lub przeróbki na surowce wtórne (np. niepalne popioły i żużel, jeśli te materiały muszą być wywiezione na inne wysypisko).
- Wydatki biurowe i związane z nadzorem ekologicznym (np. sprawozdawczość)
- Szkolenie pracowników w zakresie bezpieczeństwa pracy.
- Koszty transportu

Częścią analizy kosztów jest wyliczenie wyniku finansowego kolejnych aspektów programu odtworzenia wysypiska. Należy stwierdzić czy dane działania nie będą nadmiernie kosztowne w relacji ze spodziewanymi korzyściami. Jeśli pozyskany materiał palny będzie wysyłany do zewnętrznej spalarni odpadów komunalnych, należy stwierdzić, czy odzyskana energia będzie miała wartość większą niż koszty transportu. Planiści również powinni rozważyć minimalizację kosztów kapitałowych przez wynajęcie lub wypożyczenie ciężkiego sprzętu, np. koparek lub przesiewacza bębnowego, z innych oddziałów i zarządów komunalnych i gminnych. Długoterminowe programy odtworzeniowe mogą skorzystać kiedy sprzęt zostanie zakupiony.

Korzyści możliwe do osiągnięcia	Potencjalne zagrożenia
<p>Powiększenie pojemności istniejącego wysypiska</p> <p>Wydobycie odpadów przedłuża czas użytkowania istniejącego wysypiska dzięki usunięciu z niego surowców wtórnych i zmniejszeniu objętości składowanych odpadów przez ich spalanie lub ubicie.</p> <p>Dochód ze sprzedaży surowców wtórnych</p> <p>Odzyskane materiały (np. złom żelazny, kolorowy, plastyki i szkło) mogą być sprzedane, jeśli rynek je akceptuje.</p> <p>Oszczędności dla operatora wysypiska na pozyskaniu ziemi do wypełnień lub dochód z jej sprzedaży</p> <p>Odzyskana ziemia może być użyta na innych kwaterach wysypiska jako materiał pokryciowy, co daje oszczędności na sprowadzaniu ziemi z zewnątrz. Można też spodziewać się zainteresowania tym materiałem jako wypełnieniem dla potrzeb budownictwa.</p> <p>Wytwarzanie energii w spalarni odpadów komunalnych</p> <p>Odzyskane odpady palne można mieszać z innymi odpadami dostarczonymi do spalarni odpadów</p>	<p>Neutralizacja odpadów niebezpiecznych</p> <p>Trzeba spodziewać się, zwłaszcza w przypadku starych wysypisk, wydobywania niebezpiecznych odpadów. Wymagają one specjalnego traktowania i wypełnienia szczegółowych warunków neutralizacji. Koszt bezpiecznej likwidacji odpadów niebezpiecznych może być wysoki, niemniej działania te zmniejszą przyszłe zobowiązania operatora wysypiska.</p> <p>Emisje gazów i odorów</p> <p>Wydobycie zawartości wysypiska związane jest z uwolnieniem gazów. Metan i inne gazy powstające wskutek rozkładu odpadów mogą być przyczyną wybuchów i pożarów. Siarkowodor (gaz łatwopalny i cuchnący) może być przy dużym stężeniu przyczyną śmierci, jeśli zostanie wchłonięty drogą oddechową.</p> <p>Osuwanie i zapadanie się terenu</p>

<p>komunalnych i wykorzystywać je do odzyskania energii.</p> <p>Obniżanie kosztów zamykania wysypiska i rekultywacji terenu dla potrzeb kolejnego użytkownika</p> <p>Dzięki ograniczeniu powierzchni terenu wysypiska poprzez odtworzenie jego pojemności roboczej operator zakładu utylizacji odpadów może obniżyć koszt zamknięcia wysypiska albo ułatwić przystosowanie terenu do innych potrzeb.</p> <p>Odtworzenie wykładzin i wydobywanie niebezpiecznych odpadów</p> <p>Na starych wysypiskach po wydobywaniu ich zawartości można zainstalować wykładziny denne i systemy odbioru wycieku. Kiedy były one zainstalowane, można poddać je kontroli i naprawom. Ponadto niebezpieczne odpady można wydobyć z ładunku i zlikwidować w sposób bardziej bezpieczny.</p>	<p>Wydobywanie zawartości jednej komory na wysypisku może osłabić stabilność sąsiednich komór. Mogą one zapaść się lub osunąć na teren odkrywkowy.</p> <p>Zwiększenie zużycia sprzętu wydobywczego i wysypiskowego</p> <p>Wydobywanie odpadów z wysypiska stanowi nadmierne obciążenie dla sprzętu, np. dla koparek i ładowaczy. Wynika to z silnego zagęszczenia odpadów. Również spalarnia odpadów komunalnych będzie dodatkowo obciążona wskutek znacznej zawartości składników mineralnych w wydobytych materiałach. Dotyczy to szczególnie rusztu i urządzeń do zabezpieczenia atmosfery.</p>
---	---

Literatura

- Dickinson, W. 1995. Landfill mining comes of age. *Solid Waste Technologies*, March/April:46.
- Forster, G. 1994. Assessment of Landfill Mining and the Effects of Age on Combustion of Recovered Municipal Solid Waste. *Landfill Reclamation Conference*, Lancaster, PA.
- Morelli, J. 1992. Town of Edinburg Landfill Reclamation Demonstration Project. Doc. 92-4. New York State Energy Research and Development Authority, Albany, NY.
- Morelli, J. 1993. Town of Edinburg Landfill Reclamation Demonstration Project: Report Supplement. Doc. 93-7. New York State Energy Research and Development Authority, Albany, NY.
- Visalli, J., and J. Reis. 1993. Town of Edinburg Reclamation Demonstration Project: Report Supplement. New York State Energy Research and Development Authority, New York, NY. May. p. 5-11.

Dodatkowe źródła

- Aquino, J.T. 1994. Landfill reclamation attracts attention and questions. *Waste Age*, December:63-65 & 68.
- Bader, C.D. 1994. Beauty in landfill mining: More than skin deep. *MSW Management*, March/April:54-63.
- Donegan, T.A. 1992. Landfill mining: An award-winning solution to an environmental problem. *The Westchester Engineer*, April:56(8).
- Forster, G. 1995. Assessment of Landfill Reclamation and the Effects of Age on Combustion of Recovered Municipal Solid Waste. Golden, CO, National Renewable Energy Laboratory. January.
- Gagliardo, P.F., and T.L. Steele. 1991. Taking steps to extend the life of San Diego's landfill. *Solid Waste and Power*, June:34-40.
- Kelly, W.R. 1990. Buried treasure. *Civil Engineering*, April:52-54.
- Lueck, G.W. 1990. Landfill mining yields buried treasure. *Waste Age*, March: 118-120.
- Magnuson, A. 1990. Cap repair leads to landfill reclamation. *Waste Age*, September:121-124.

- Magnuson, A. 1991. Landfill reclamation at Edinburg. *Waste Age*, November: 75-78.
- Michaels, A. 1993. Solid waste forum: Landfill recycling. *Public Works*, May:66-68.
- Morelli, J. 1990. Landfill reuse strategies. *BioCycle*, March:40-43.
- Morelli, J. 1990. Landfill reuse strategies. *BioCycle*, April:60-61.
- Morelli, J. 1991. Landfill reclamation: An alternative to closure and siting. *MSW Management*, September/October:33-37.
- NYSERDA. 1990. Town of Edinburg Landfill Reclamation Fact Sheet. New York State Energy Research and Development Authority, New York, NY. December.
- Rettenberger, G., S. Urban-Kiss, R. Schneider, and R. Goschl. 1995. German project reconverts a sanitary landfill. *BioCycle*, June:44-47.
- RRR. 1992. NY landfill mining successful. *Resource Recovery Report*, September:3.
- RRR. 1993. Three mining projects begun. *Resource Recovery Report*, December:6.
- Spencer, R. 1990. Landfill space reuse. *BioCycle*, February:30-32.
- Spencer, R. 1991. Mining landfills for recyclables. *BioCycle*, February:34.
- SWR. 1992. New York to research landfill reclamation. *Solid Waste Report*, September 10, p. 321.
- SWR. 1995. Excavating waste saves landfills, yet strains infrastructure: Study. *Solid Waste Report*, August 3, p. 248.
- U.S. EPA. 1993. Evaluation of Collier County, Florida, Landfill Mining Demonstration. EPA600-R-93-163. Prepared by von Stein, E.L., and G.M. Savage for EPA Office of Research and Development, Washington, DC. September. pp. 3 and 38.
- U.S. EPA. 1996. Report of 1995 Workshop on Geosynthetic

Przykłady programów prac odtworzeniowych

Naples Landfill, Collier County, Florida

W 1986 roku Collier County Solid Waste Management Department podjął na terenie wysypiska Naples Landfill najwcześniejszy program odtworzenia pojemności wysypiska. W tym czasie zakład utylizacji w Naples obsługiwał 33-arowe wysypisko bez wykładziny, zawierające odpady komunalne gromadzone od 15 lat. Naukowcy z University of Florida dokonali przeglądu 38 wysypisk stanowych na Florydzie i stwierdzili, że wysypisko Naples (wśród 27 innych) jest źródłem zagrożenia dla wód gruntowych. Równocześnie wielu urzędników lokalnych niepokoiło się wysokimi kosztami budowy pokrywy wysypiska zgodnej ze stanowymi standardami dla nieizolowanych wysypisk. Rozporządzenie to wymagało zbudowania bardzo nieprzepuszczalnej pokrywy na wysypisku i monitoringu w długim okresie czasu od zamknięcia zakładu. Z tych powodów

urzednicy w Naples opracowali plan odtworzeniowy o następujących założeniach: obniżyć koszt zamknięcia wysypiska, odzyskać palne odpady i spalić je w planowanej spalarni odpadów komunalnych, odzyskać ziemię i przeznaczyć ją na pokrycia wysypisk odpadów, odzyskać surowce wtórne.

Okręg Collier nie wybudował nigdy spalarni odpadów komunalnych. Projekt jednak wykonał zadanie odzyskania ziemi potrzebnej do budowy pokryć na wysypisku. Niepowodzeniem zakończyło się odzyskiwanie surowców wtórnych (tj. złomu żelaznego, aluminium i plastyku). Materiały te wymagały znacznego uszlachetnienia dla spełnienia wymagań odbiorców, więc zadanie to zostało zarzucone.

W 1991 roku Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska wybrała program odtworzeniowy w Naples do programu Municipal Solid Waste Innovative Technology Evaluation (MITE) jako przykład do weryfikacji. Program MITE ocenia technologię wydobywania i przetwarzania mechanicznego zawartości wysypiska w celu odzyskania ziemi przydatnej do dalszego funkcjonowania zakładu utylizacji odpadów. Jego zadaniem są też: ocena możliwości i sprawności sprzętu, aspektów ekologicznych projektu, charakterystyka wydobywanych materiałów, przydatność rynkowa odzyskanych materiałów, przewidywanie kosztów i ekonomika całego projektu. Ocena końcowa programu MITE wykazała, że techniki przetwórcze zastosowane w Naples są efektywne i zdolne do odzyskiwania ziemi, natomiast nie umożliwiają odzyskania surowców wtórnych o cechach towarów rynkowych.

Odzyskana z wysypiska ziemia posiada własności odpowiadające warunkom bezpieczeństwa ekologicznego ustanowionym przez rozporządzenia Stanu Floryda względem kompostu. Dlatego oceniono 50,000 ton odzyskanej ziemi jako użyteczny materiał do budowy pokryć na wysypisku jak też jako podłoże dla rekultywacji terenu i rozwoju roślinności.

Monitoring atmosfery wykazał, że gazy wysypiskowy nie stanowi przeszkód dla prac odtworzeniowych. Wynika to przypuszczalnie z dużego stopnia rozkładu odpadów osiągniętego już w wysypisku. Dzięki temu zatrudnieni przy pracach nie musieli używać innego sprzętu ochrony osobistej niż zwykle stosowany na wysypisku.

Aktualnie działalność odtworzeniowa w zakładzie

Naples ukierunkowana jest wyłącznie na odzyskanie ziemi dla potrzeb tworzenia pokryć na wysypisku. Cały wydobyty materiał inny niż odzyskana ziemia i małe ilości surowców wtórnych są z powrotem umieszczane w zaizolowanych komorach wysypiska. Prace odtworzeniowe prowadzone są na zasadzie zaspokajania bieżących potrzeb.

W celu odzyskania ziemi na pokrycia, używany jest przesiewacz bębnowy o boku oczka 8 cm. Udział odzysku ziemi względem masy pozostającej na sicie (po oddzieleniu opon i aluminium) wynosił 60 do 40%. Oznacza to, że program odtworzenia wysypiska realizowany w Collier County pozwolił odzyskać ponad 60% wydobytego materiału dla potrzeb tworzenia pokryć wysypiska. Przyjmując, że tona takiego materiału w Collier County kosztowała 3.35\$, a odzyskanie tony ziemi z wysypiska kosztowało 2.25\$, dyrektor wydziału odpadów komunalnych ocenia oszczędności wynikające z programu na poziomie 1\$ za tonę odzyskanej ziemi.

Z informacji o programie przedstawionej przez zarząd okręgu wynika, że jego realizacja przyniosła następujące korzyści: obniżenie kosztów bieżących wysypiska wynikające z powtórnego użycia materiałów pokryciowych, przedłużenie czasu eksploatacji wysypiska, zmniejszenie zagrożenia skażeniem wód gruntowych wynikającego z braku wykładziny dennej starego wysypiska, jak też przypuszczalne zapobiegnięcie powstaniu kosztów remediacji wód gruntowych w przyszłości.

Edinburg, New York

New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA) i New York State Department of Environmental Conservation sfinansowały szereg analiz wykonalności technicznej i ekonomicznej programów odtworzenia pojemności wysypisk utworzonych w celu uniknięcia ich zamknięcia oraz ograniczenia zajmowanej powierzchni. NYSERDA opracowały te programy, gdyż należało oczekiwać likwidacji wielu stanowych wysypisk oraz zachęcone sukcesem programu odtworzenia pojemności wysypiska w Naples. Pierwszym wysypiskiem poddanym próbie wykonalności było 5-arowe wysypisko komunalne w Edinburg, które przyjmowało odpady w latach 1961 do 1991. Wybór uzasadniała niewielka objętość ładunku oraz fakt, że wysypisko nie przyjmowało odpadów przemysłowych. Ponieważ NYSERDA zdecydowało się sponsorować odtworzenie 1 akru z 5 akrowego wysypiska, miasto Edinburg

rozszerzyło program o dodatkowe 1.6 akra powierzchni.

NYSERDA dzieli projekt demonstracji na trzy etapy. W pierwszym, zaczęty w grudniu 1990, wydobyto 5,000 jardów sześciennych odpadów z części wysypiska zamkniętej od 12 lat, której średnia grubość wynosiła 20 stóp. W fazie drugiej wydobyto 10,000 jardów sześciennych odpadów z części wysypiska zamkniętej od 20 lat, której średnia grubość wynosiła 8 stóp. Wydobycie i przetwórstwo odpadów w pierwszych dwu fazach projektu kosztowało łącznie 5\$ za jard sześcienny. W koszt ten zaliczono nadzór i kontrolę nad pracami zleconymi na zewnątrz, przy średnim tempie wydobycia od 1,000 do 1,200 jardów sześciennych dziennie. Trzecia faza projektu Edinburg odbyła się w sierpniu i wrześniu 1992. NYSERDA sfinansowała większość projektu, a trzecią fazę sfinansowało miasto Edinburg. W ramach tej trzeciej i ostatniej fazy wydobyto z dodatkowej powierzchni 1.6 akra 31,200 jardów sześciennych odpadów w czasie 28 dni. Ponieważ miasto dostarczyło niezbędny sprzęt i pracowników, koszt prac zewnętrznych zmniejszył się do 3\$ za wydobyty jard sześcienny. Z tego powodu miasto zamierzało odtworzyć pozostałe 2.4 akry wysypiska i całkowicie je zlikwidować. Jednak stwierdzono, że czwarty etap nie będzie realizowany, więc obecnie jest ta część zamykana pokrywą.

Wysypisko Edinburg zlokalizowane jest na terenie bogatym w ziemię nadającą się do użycia jako pokrywa dla wysypiska. Z tego powodu urzędnicy przebadali odzyskaną ziemię i zakwalifikowali odzyskaną ziemię (75% wydobytego materiału) do użytku zewnętrznego jako materiał wypełniający podpowierzchniowy. Z powodu daleko posuniętego rozkładu wydobyty materiał zawierał zbyt wiele kamieni i posiadał zbyt niską wartość opałową żeby można go użyć jako paliwo energetyczne. Wydobyte materiały odpadowe (około 25% całości ładunku) były sortowane ręcznie w celu odzyskania surowców wtórnych. Wprawdzie oceniono, że około 50% tych materiałów mogłoby zostać oczyszczona do postaci towarów sprzedawalnych na rynku surowców wtórnych, jednak okazało się to nieopłacalne. Niemniej odzyskano trochę opon, aluminium i złomu żelaznego. Pozostałe odpady przekazano na sąsiednie wysypisko.

Pracownicy NYSERDA opracowali program bezpieczeństwa i higieny pracy dla zatrudnionych przy projekcie Edinburg. Ustanawia on strefy robocze, zalecenia dla ochrony zdrowia pracowników i inne procedury ochronne.

Inspektorzy i pracownicy na terenie robót mają być wyposażeni w respiratory osobiste, okulary ochronne, kaski i ubrania ochronne. Do wyodrębnienia podejrzanych beczek i innych potencjalnie niebezpiecznych materiałów użyto sprzętu wydobywczego. Przekazano te materiały inspektorom sanitarnym wyposażonym w odpowiedni sprzęt badawczy. Na wypadek odkrycia niebezpiecznych materiałów plan bezpieczeństwa i higieny pracy przewiduje w części dotyczącej zabezpieczenia terenu oddzielne powierzchnie na składowanie i specjalne procedury neutralizacji odpadów. Nie wydobyto znaczących ilości materiałów niebezpiecznych.

Program Edinburg Landfill Reclamation Project zakończył się sukcesem dzięki pozyskaniu zewnętrznych użytkownikom dla wydobytej ziemi, jak też pod względem zmniejszenia powierzchni terenu pod wysypisko i obniżenia kosztów zamknięcia wysypiska. Korzyści ekonomiczne będą w przyszłości powiększone dzięki uniknięciu kosztów ochrony terenu po zamknięciu i kosztów ewentualnych prac remediacyjnych. Również wartość odzyskanej pojemności wysypiska ma swoje znaczenie.

Frey Farm Landfill, Lancaster County, Pennsylvania

Lancaster County Solid Waste Management Authority w 1990 roku zbudował spalarnię odpadów komunalnych w celu zmniejszenia ładunku odpadów kierowanych do Frey Farm Landfill, izolowanego wysypiska zawierającego odpady komunalne składowane od 5 lat. Jest to wysypisko izolowane z podwójną warstwą folii z wysokocząsteczkowego polietylenu na warstwie 20 cm gliny. Po wybudowaniu spalarni ilość odpadów zmniejszyła się, co spowodowało niepełne wykorzystanie zdolności przerobowej spalarni. Dla zapewnienia większej produkcji energii i obniżenia kosztów spalania urzędnicy zainicjowali program odtworzenia pojemności wysypiska, który miał dostarczyć do spalarni uzupełniające ilości wydobywanych odpadów. Miały one dużą wartość opałową (ok. 3,080 Btu/funt). Dla uzyskania większej wartości opałowej (5,000 Btu/funt odpadów) wsad do spalarni składał się z 4 części świeżych odpadów (zawierających opony i drewno) i 1 części wydobywanych z wysypiska.

W latach 1992-1993 wydobyto z wysypiska około 287,000 jardów sześciennych odpadów komunalnych. Po obróbce uzyskano jako frakcję wolną od ziemi 2,645 ton odpadów tygodniowo. W rezultacie operator wysypiska odzyskał 56%

wydobytego ładunku jako paliwo. Odzyskał też 41% wydobytego materiału jako ziemię odsianą. Pozostałe 3% jako niepalne zostało ulokowane na wysypisku. Po zakończeniu projektu oszacowano, że operator wydobył 300,000 do 400,000 jardów sześciennych materiału. Przed rozpoczęciem prac odtworzeniowych urzędnicy opracowali program zapewnienia bezpieczeństwa pracy i skierowali w celu sprawowania nadzoru inspektora zatrudnionego w pełnym wymiarze godzin na miejscu wykonywania robót. Robotnicy w czasie wydobywania materiału byli zobowiązani do ostrożności w pobliżu wykładziny dennej, ponieważ miała ona być zachowana w stanie nienaruszonym dla przyjęcia kolejnych ładunków odpadów. Realizowano to przez unikanie penetracji narzędzi roboczych przez zewnętrzną wyściółkę wykładziny syntetycznej. Bezpieczeństwo pracowników zapewniał system pomiarów i monitoringu stężenia metanu w wykopie i w kabinach maszyn roboczych.

Korzyści z realizacji programu odtworzenia Frey Farm Landfill to: przywrócenie pojemności roboczej wysypiska, dodatkowa produkcja energii, odzysk ziemi i złomu żelaznego. Efekty niekorzystne to: zwiększenie ilości popiołu w wyniku znacznego udziału mineralnych składników w odzyskanych odpadach, zwiększenie emisji do atmosfery i odorów, wzrost obciążenia transportowego dróg między wysypiskiem i spalnią odpadów komunalnych, zwiększone zużycie sprzętu na wysypisku i urządzeń spalarni (np. z powodu abrazji w kontakcie z wydobytym materiałem).

Koszt odzyskania zasobów był relatywnie niewielki, gdyż:

- Droga transportu odpadów i popiołu była krótka, jedynie 18 mil w jedną stronę
- Zarządca pominął koszty usług zewnętrznych transportowych, ponieważ używał własnych ciężarówek i pracowników do przewozu odzyskanych odpadów i popiołu.
- Wysypisko i spalarnia pracowały pod tym samym zarządem, więc nie pobierały wzajem opłat za utylizację. (Zwykle opłaty w spalarni są większe z powodu dużej gęstości i zawartości materiałów ściernych w odzyskanych odpadach, co zwiększa obciążenie i zużycie urządzeń).

W 1996 roku operator spalarni odpadów komunalnych zrezygnował z dostaw dodatkowego

paliwa z wysypiska Frey Farm. Z tego powodu w lipcu tego roku administracja wysypiska zamknęła program odtworzeniowy.