



państwowa służba
geologiczna

państwowa służba
hydrogeologiczna

KONCEPCJA ZAMKNIĘCIA I REKULTYWACJI składowiska odpadów komunalnych w miejscowości Raków



Opracowali:

dr Wojciech Wołkowicz

mgr Dariusz Choromański

mgr Przemysław Dobek

Warszawa, grudzień 2009

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
1.1. Przedmiot opracowania	4
1.2. Wykorzystane materiały	5
1.3. Stan formalno – prawny składowiska	6
1.4. Ocena lokalizacji i zagospodarowania obiektu	7
1.4.1. Składowanie odpadów	7
1.4.2. Morfologia i hydrografia	8
1.4.3. Budowa geologiczna oraz warunki hydrogeologiczne	8
1.4.4. Oddziaływanie obiektu na środowisko	9
2. TECHNICZNY SPOSÓB ZAMKNIĘCIA SKŁADOWISKA	11
2.1. Rekultywacja – proces kompensacji przyrodniczej	11
2.2. Uwarunkowania prawne planowanej rekultywacji	12
2.3. Rekultywacja mechaniczna składowiska	13
2.3.1. Docelowe ukształtowanie bryły składowiska	14
2.3.2. Warstwa wyrównawcza	14
2.3.3. Warstwa uszczelniająca	15
2.3.4. Warstwa mineralno – humusowa (glebotwórcza)	16
2.3.5. Odgazowanie złoża odpadów	17
2.3.6. Odwodnienie i zbiornik chłonny	18
2.3.7. Piezometry lokalnej sieci obserwacyjnej	18
2.3.8. Zagospodarowanie terenów przyległych	19
2.4. Rekultywacja biologiczna	19
3. HARMONOGRAM DZIAŁAŃ ZWIĄZANYCH Z REKULTYWACJĄ SKŁADOWISK	21
4. WARUNKI SPRAWOWANIA NADZORU NAD ZREKULTYWOWANYM SKŁADOWISKIEM	22
4.1. Monitoring stanu środowiska	22
4.2. Monitoring efektów rekultywacji	24

5. WARIANTOWE METODY ZAGOSPODAROWANIA OBIEKTU	25
5.1. Rekultywacja mechaniczno - biologiczna	25
5.2. Wywiezienie odpadów i uporządkowanie terenu	26
5.3. Bilans kosztów dla zakładanych sposobów zagospodarowania obiektu	27
6. PODSUMOWANIE	30

Spis tabel

Tabela 1. Harmonogram działań związanych z rekultywacją składowiska odpadów komunalnych w Rakowie

Tabela 2. Zakres parametrów wskaźnikowych oraz minimalna częstotliwość badań wód odciekowych, podziemnych oraz gazu składowiskowego w poszczególnych fazach eksploatacji składowiska odpadów

Spis załączników

Załącznik 1. Lokalizacja składowiska odpadów w Rakowie przewidzianego do rekultywacji na tle mapy topograficznej w skali 1: 5 000

Załącznik 2. Składowisko odpadów w Rakowie – obszar objęty rekultywacją

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest „*Koncepcja zamknięcia i rekultywacji składowiska odpadów komunalnych w miejscowości Raków*”, w województwie świętokrzyskim. Opracowanie zawiera opis stanu formalnego wysypiska oraz koncepcję jego dalszego funkcjonowania jako obiektu zrekultywowanego.

Niniejsze opracowanie stanowi integralną część zadania *Program zamknięcia i rekultywacji składowisk zlokalizowanych na terenie gmin wspólnie realizujących przedsięwzięcie pn. „Kompleksowy system gospodarki odpadami komunalnymi w Rzędowie gmina Tuczępy*”.

Przedstawiony model rekultywacji stanowi pierwszy etap prac projektowych dla koncepcji programowo – przestrzennej procesu zamknięcia i rekultywacji przedmiotowego składowiska odpadów komunalnych.

Niniejsza koncepcja w swoim zakresie obejmuje:

1. analizę techniczną obiektu oraz analizę środowiskową terenu składowiska z punktu widzenia możliwości i kierunków rekultywacji
2. określenie podstawowych zadań rekultywacyjnych
3. techniczny sposób zamknięcia składowiska
4. koncepcję zabiegów rekultywacji biologicznej
5. harmonogram działań związanych z rekultywacją składowiska
6. porównanie sposobów zagospodarowania obiektu - rekultywacja a wywiezienie odpadów

1.2. Wykorzystane materiały

- Przegląd ekologiczny składowiska odpadów komunalnych położonego w Rakowie, Ekoterra, Kielce, czerwiec 2003
- Decyzja Starosty Kieleckiego z dnia 19.12.2003 roku, znak: RO.II.7630-3/03
- Informacja dotycząca składowiska sporządzona przez ZUK w Rakowie znak Lp. 1/ZUK/06 z dnia 9.01.2006
- Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. Nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami)
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. Nr 62, poz. 628 z późn. zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z 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 z późn. zmianami).
- Rozporządzenie 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 późn. zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów. (Dz. U. z 2002r. Nr 220, poz. 1858).
- Mapy, opracowania i dokumentacje powierzone i własne Wykonawcy

1.3. Stan formalno – prawny składowiska

Składowisko przeznaczone do rekultywacji znajduje się na terenie województwa świętokrzyskiego, na gruntach należących do Wspólnoty Wsi Raków (działka ewidencyjna nr 1544). Użytkownikiem obiektu i zarządzającym jest Urząd Gminy w Rakowie poprzez swą jednostkę pomocniczą – Zakład Usług Komunalnych.

Obiekt zlokalizowano w pozbawionej drzew enklawie śródleśnej, na terenie zdegradowanym nielegalną eksploatacją piasków. Składowisko zlokalizowano przy lokalnej drodze Raków – Antoniów (dojazd do obiektu bezpośrednio z tej drogi), w odległości około 500 m na wschód od zwartej zabudowy Rakowa (zał.1.). Składowisko ma powierzchnię ok. 26 arów, zajmując część działki leśnej o nr 378 Ls-VI 1544 stanowiącej według ewidencji gruntów obszar lasów chronionych (ZL).

Opisywany obiekt rozpoczął przyjmowanie odpadów w 1985 roku. Dla obiektu nie były wykonane żadne badania geologiczne podłoża, nie sporządzono także dokumentacji projektowej i budowlanej. Składowisko nie posiada uregulowanego stanu formalno – prawnego w świetle aktualnych wymagań prawa budowlanego i prawa w zakresie ochrony przyrody. W sensie prawnym składowisko jest nielegalne. Odpady dowożono z terenu Rakowa i najbliższej okolicy. Od 2002 roku na przedmiotowym obiekcie zaprzestano składowania odpadów.

Decyzją Starosty Kieleckiego z dnia 19.12.2003 roku, znak: RO.II.7630-3/03 zobowiązano Zakład Usług Komunalnych w Rakowie (jako zarządcę obiektu) do opracowania projektu rekultywacji oraz przedłożenia wniosku na zamknięcie składowiska do dnia 30.11.2004 roku. W Planie Gospodarki Odpadami dla Województwa Świętokrzyskiego i w Aktualizacji Planu Gospodarki Odpadami dla gmin wspólnie realizujących przedsięwzięcie p.n.: „*Kompleksowy system gospodarki odpadami komunalnymi w Rzędowie, gm. Tuczępy*” zamknięcie i rekultywację m.in. omawianego składowiska należy przeprowadzić do końca 2011 roku.

Niniejsza koncepcja wpisuje się w realizację w/w postanowień i stanowić będzie integralną część wniosku na zamknięcie i rekultywację składowiska odpadów komunalnych w Rakowie.

1.4. Ocena lokalizacji i zagospodarowania obiektu

1.4.1. Składowanie odpadów

Składowisko odpadów zajmuje teren enklawy śródleśnej, po dawnej niewielkiej eksploatacji piasków. Teren wyrobisk wyrównano, a pryzma złożonych odpadów ma charakter nadpoziomowy. Od momentu uruchomienia do zaprzestania eksploatacji w 2002 roku, obiekt pełnił funkcję składowiska tymczasowego.

Na składowisku nie prowadzono rejestracji pod względem ilościowym i jakościowym składowanych odpadów – brak stałej obsługi. Z informacji sporządzonej przez ZUK w Rakowie z dnia 09.01.2006, znak Lp. 1/ZUK/06 wynika, iż na przedmiotowym obiekcie złożono 9 422 m³ odpadów, o masie 6 112 ton. Są to głównie odpady komunalne: makulatura, opakowania plastikowe, odpady z gospodarstw domowych, stłuczka szklana, złom, gruz. Odpady złożone są do wysokości ok. 3-5 m nad poziom terenu.



Fot. 1 Teren składowiska komunalnego w Rakowie

Dowóz odpadów do składowiska był zorganizowany, wykonywany przez podmioty posiadające zezwolenie gminy na zbieranie i wywóz odpadów. Odpady przywożone były także przez indywidualnych użytkowników składowiska, a ich deponowanie miało charakter przypadkowy. Nie można też wykluczyć „podrzucania” odpadów, a także deponowania na obiekcie odpadów niebezpiecznych. Pomimo zaprzestania użytkowania obiektu, zdarzają się pojedyncze przypadki przywożenia odpadów, w niewielkich ilościach, przez okoliczną ludność.

Składowisko nie posiadało własnego sprzętu (waga, spychacz, kompaktor), odpady nie były zagęszczane ani przysypywane warstwami inertywnymi. Drobne i lekkie frakcje są nadal rozwiewane, jednakże w niewielkiej odległości z uwagi na barierę lasu.

Z uwagi na fakt, iż obiekt miał pełnić rolę tymczasowego miejsca składowania odpadów, nie wykonano tu drenażu odcieków, zbiornika wód odciekowych, ani brodzika do dezynfekcji samochodów przywożących odpady. Podłoże składowiska nie zostało uszczelnione.

Obecnie pryzmę odpadów ukształtowano, a także wykonano ogrodzenie.

Składowisko położone jest w obrębie gruntów leśnych. W rejonie składowiska występują gleby VI klasy bonitacyjnej lecz nie są użytkowane rolniczo.

1.4.2. Morfologia i hydrografia

Rejon składowiska odpadów w Rakowie pod względem morfologicznym (Kondracki, 2000) należy do makroregionu Pogórze Szydłowskie, podprowincja Wyżyna Środkowo-Małopolska. Teren łagodnie wznosi się w kierunku NE, a rzędne oscylują wokół 241,5 m n.p.m.

Pod względem hydrograficznym rejon ten należy do zlewni III rzędu rzeki Czarnej, która przepływa w odległości ok. 1 km na SW od obiektu. Na rzece utworzono zbiornik wód powierzchniowych „Chańcza” zlokalizowany w odległości 900 m na S składowiska. W bezpośrednim sąsiedztwie obiektu brak cieków powierzchniowych.

1.4.3. Budowa geologiczna oraz warunki hydrogeologiczne

Pod względem geologicznym rejon składowiska należy do Niecki Połanieckiej. Jest ona wypełniona osadami trzeciorzędu (miocen) reprezentowanymi przez wapienie i margle litotamniowe, zalegające bezpośrednio na osadach kambru. Na węglanowych osadach trzeciorzędu zalegają gliny zwałowe i ich rezidua (ok. 12 m p.p.t.), a w strefie przypowierzchniowej piaski rzeczne i miejscami eoliczne.

Hydrogeologicznie, rejon składowiska należy do regionu przedkarpackiego, podregionu staszowskiego (Mapa hydrogeologiczna Polski 1:200 000), gdzie główny poziom wodonośny występuje w utworach trzeciorzędu (miocenu). W podłożu składowiska trzeciorzędowy po-

ziom wodonośny występuje na głębokości kilkunastu metrów, pod warstwą glin i związany jest z warstwą wapieni litotamniowych, których miąższość w tym rejonie zmniejsza się do kilku metrów. Pod nimi zalegają bezwodne utwory kambru, wykształcone jako iłowce i łupki. Zwierciadło wód ma charakter przeważnie napięty. Najbliższa studnia ujmująca wody trzeciorzędowe znajduje się w odległości 1,25 km na W od składowiska i nie jest narażona na ewentualne, negatywne jego oddziaływanie.

Składowisko położone jest poza obszarem GZWP wymagających ochrony.

Wody poziomu czwartorzędowego mają znaczenie podrzędne, nie wykazują cech poziomu użytkowego. Dla potrzeb lokalizacji składowiska nie wykonano badań geotechnicznych, a w fazie eksploatacji ani po jej zakończeniu nie wykonano piezometrów monitorujących stan chemiczny wód gruntowych. Z uwagi na powyższe nie jest znane występowanie i rozprzestrzenienie tych wód, a w dostępnych dokumentach zachodzą ewidentne sprzeczności. Wykonane dla Rakowa ujęcia wód głębinowych znajdują się w podobnej jak opisywany obiekt sytuacji geologicznej, stąd też należy przyjąć zgodnie z kartami otworów studziennych, iż warstwa wód gruntowych w rejonie składowiska występuje w piaskach czwartorzędowych na głębokości ok. 6-9 m p.p.t. Jest to istotne ze względu na potrzebę monitoringu tych wód z uwagi na ewentualny, negatywny wpływ składowiska na ich skład chemiczny. Otwory wiertnicze potwierdzające/negujące występowanie wód omawianego poziomu należy wykonać w fazie rekultywacji obiektu, a w przypadku pozytywnego rozpoznania należy wykonać piezometry dla lokalnej sieci monitoringowej.

1.4.4. Oddziaływanie obiektu na środowisko

Bezpośredni wpływ na migrację potencjalnych zanieczyszczeń ze składowiska do poziomu wodonośnego ma techniczny sposób wykonania składowiska odpadów oraz wykształcenie litologiczne utworów geologicznych występujących pod obiektem. Składowisko nie spełnia wymagań dotyczących lokalizacji, budowy i eksploatacji, jakimi powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Brak izolacyjnego ekranu sprawia, iż wody opadowe na składowisku przemywają odpady i infiltrują w podłoże. Nie ma jednak potwierdzenia o negatywnym wpływie obiektu na środowisko gruntowo – wodne ze względu na brak piezometrów monitorujących stan chemiczny wód oraz brak odpowiednich badań środowiska gruntowego. Z uwagi na powyższe omawiane składowisko nie spełnia wymagań stawianych tego typu obiektom przez z *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r...* (Dz. U.

z 2003 r. Nr 61, poz. 549, zm. Dz. U. z 2009 r. Nr 39, poz. 320) oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r... (Dz. U. z 2002 r. Nr 220, poz. 1858).

W celu rozpoznania i oceny wpływu omawianego składowiska na środowisko, w rejonie obiektu należy wykonać sieć lokalnego monitoringu wód gruntowych (o ile wody te występują w strefie oddziaływania składowiska), a także przeprowadzić badania gruntu.

Składowisko odpadów komunalnych w Rakowie należy do obiektów mogących stwarzać zagrożenie dla podłoża gruntowo – wodnego, dlatego też na omawianym obiekcie zaprzestano przyjmować odpady oraz podjęto kroki zmierzające do przeprowadzenia jego rekultywacji.

W odniesieniu do pozostałych elementów środowiska lokalizację składowiska można ocenić jako stosunkowo korzystną. Składowisko położone jest na lokalnym wzniesieniu, co zapobiega przemywaniu odpadów przez spływające wody opadowe. W bezpośrednim sąsiedztwie obiektu nie występują cieki i zbiorniki wód powierzchniowych, a poziom użytkowy związany z utworami trzeciorzędu w rejonie składowiska jest izolowany warstwą glin. Składowisko położone jest poza obszarami prawnie chronionymi. Składowisko zlokalizowane w enklawie leśnej, oddalone ok. 300 m od rozdrobnionej zabudowy, nie jest uciążliwe ze względu na oddziaływanie na powietrze atmosferyczne i oddziaływania akustyczne.

Poprawnie wykonana rekultywacja sprawi, iż przykryta zielenią bryła odpadów wtopi się w okoliczny krajobraz oraz zminimalizowane zostanie negatywne oddziaływanie obiektu na poszczególne komponenty środowiska przyrodniczego.

2. TECHNICZNY SPOSÓB ZAMKNIĘCIA SKŁADOWISKA

2.1. Rekultywacja – proces kompensacji przyrodniczej

Rekultywacja to całokształt działań zmierzających do odtworzenia starych lub stworzenia nowych walorów użytkowych terenu zajętego od dziesięcioleci przez składowisko. To proces, dzięki któremu zdegradowane tereny przywracane są dla środowiska i lokalnej społeczności, jako tereny ponownie użyteczne.

Istotą rekultywacji składowisk odpadów komunalnych jest stworzenie poprzez szereg zabiegów technicznych i agrotechnicznych takich warunków, aby naturalne procesy przemian zachodzące w czasie składowiska zachodziły jak najszybciej, jednocześnie przy jak najmniejszym niekorzystnym oddziaływaniu na środowisko.

Rekultywacja to proces w istocie minimalizujący negatywne oddziaływanie złożonych odpadów i zmierzający do odtworzenia sprawności i wartości biologicznej obszaru dotychczas zajętego przez składowisko – nie są to jednak działania odtwarzające 100% walorów przyrodniczych sprzed lokacji obiektu.

Niniejsza koncepcja określa szereg zabiegów technicznych zmierzających do prawidłowego ukształtowania i zabezpieczenia rekultywowanego terenu, a poprzez wprowadzenie roślinności do zainicjowania rekultywacji biologicznej.

Wybór metod rekultywacji zależy przede wszystkim od zagrożeń, jakie dla środowiska przedstawia rekultywowany obiekt. W przypadku składowiska odpadów obojętnych w Rakowie, celem rekultywacji jest powstrzymanie dalszego procesu degradacji terenu składowiska, zabezpieczenie terenów przyległych oraz stworzenie warunków do docelowego zagospodarowania terenu w kierunku uzyskania kompensacji przyrodniczej śródlęsnej.

Proponowana rekultywacja składowiska przeprowadzona zostanie w dwóch etapach:

- Etap rekultywacji technicznej
- Etap rekultywacji biologicznej

Pierwszy etap stanowi techniczny sposób zamknięcia obiektu. Są to prace związane z odpowiednim ukształtowaniem bryły składowiska, jego uszczelnieniem, odgazowaniem i przygotowaniem wierzchniej warstwy biologicznie czynnej. W tym etapie zostaną także wykonane piezometry dla lokalnej sieci obserwacyjnej, a tereny przyległe zostaną uporządkowane.

Drugi etap jest procesem długotrwałym, jego efekt prowadzi do osiągnięcia docelowego zagospodarowania terenu składowiska. Rekultywacja biologiczna, to prace związane z zadarnieniem powierzchni składowiska, a w dalszej kolejności nasadzenia krzewów i drzew oraz prace pielęgnacyjne.

Niezbędnym elementem w/w procesie, jest monitoring efektów rekultywacji.

2.2. Uwarunkowania prawne planowanej rekultywacji

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk (Dz. U. 0361.549 z dnia 10 kwietnia 2003) stwierdzono m. in.:

1. *W procesie zamykania składowiska odpadów lub jego części wykonuje się prace rekultywacyjne w sposób zabezpieczający składowisko odpadów przed jego szkodliwym oddziaływaniem na wody powierzchniowe i podziemne oraz powietrze, integrujący obszar składowiska odpadów z otaczającym środowiskiem oraz umożliwiający obserwację wpływu składowiska odpadów na środowisko (§ 17 ust.1)*
2. *Po zakończeniu eksploatacji składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne lub składowiska odpadów obojętnych lub ich części, skarpy oraz powierzchnię korony składowiska porządkuje się i zabezpiecza przed erozją wodną i wietrzną przez wykonanie odpowiedniej okrywy rekultywacyjnej, której konstrukcja jest uzależniona od właściwości odpadów (§ 17 ust. 4)*
3. *Minimalna miąższość okrywy rekultywacyjnej dla składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne powinna umożliwić powstanie i utrzymanie trwałej pokrywy roślinnej (§ 17 ust. 5)*

Ustawą regulującą zasady rekultywacji powierzchni ziemi, na której występuje zanieczyszczenie gleby lub ziemi albo niekorzystne przekształcenie naturalnego ukształtowania terenu jest ustawa *Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r.* (Dz. U. Nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami). Zasady rekultywacji gruntu i poprawiania wartości użytkowej gruntów rolnych i leśnych systematyzuje również *Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych* (Dz. U. Nr 16, poz. 78). Zgodnie z tą ustawą:

1. *Rekultywacja gruntów, to nadanie lub przywrócenie gruntom zdegradowanym lub zdewastowanym wartości użytkowych lub przyrodniczych przez właściwe ukształtowanie rzeźby terenu, poprawienie własności fizycznych i chemicznych, uregulowanie stosunków wodnych, odtworzenie gleb, umocnienie skarp oraz odbudowanie lub zbudowanie niezbędnych dróg*
2. *Zagospodarowanie gruntów, to rolnicze, leśne lub inne użytkowanie gruntów zrekultywowanych*

2.3. Rekultywacja mechaniczna składowiska

Techniczny sposób zamknięcia przedmiotowego składowiska odpadów obojętnych w Rakowie przewiduje przeprowadzenie następujących prac rekultywacyjnych:

1. **Docelowe ukształtowanie bryły składowiska** poprzez wybranie i podsuniecie części odpadów do zakładanej rzędnej wierzchołkowej składowiska. Bryła kwatery o zakładanej powierzchni u podstawy 1 800 m² zostanie uformowana z odpowiednimi spadkami, tak aby zapewnić odpływ wód opadowych i skierowanie ich systemem rowów opaskowych poza obręb składowiska do planowanego zbiornika chłonnego. Założono uformowanie zboczy tak, aby uzyskać ich stabilne nachylenie 1 : 2,5 - 3. Działanie takie pozwoli na uniknięcie w przyszłości ruchów masowych związanych z osiadaniami obiektu.
2. **Zabezpieczenie powierzchni złoża odpadów** poprzez:
 - a. wykonanie warstwy wyrównawczej o miąższości około 0,15 m z materiału piaszczysto – żwirowego i/bądź frakcjonowanego gruzu, która pełnić będzie również rolę drenażu biogazu
 - b. wykonanie warstwy izolacyjnej (wykonanej z bentonitu lub materiału naturalnego) uniemożliwiającej infiltrację złoża odpadów przez wody opadowe i wymywanie z nich substancji mogących negatywnie wpływać na jakość wód podziemnych w tym rejonie. Izolacja powierzchni złoża odpadów jest wskazana ze względu na brak uszczelnienia dna niecki, w której składowano odpady
 - c. wykonanie warstwy mineralno – humusowej (glebotwórczej) o miąższości około 0,45 m

3. **Wykonanie studzienek odgazowujących**
4. **Wykonanie rowów opaskowych i zbiornika chłonnego**
5. **Wykonanie piezometrów lokalnej sieci obserwacyjnej**
6. **Uporządkowanie terenów przyległych**, nie zajętych przez formowaną bryłę odpadów

Łącznie, okrywa rekultywacyjna kwatery składowiska składać się będzie z kilku warstw o różnych grubościach, strukturze i przeznaczeniu a wykonana infrastruktura ma zabezpieczać złożę odpadów i umożliwiać monitoring efektów rekultywacji.

2.3.1. Docelowe ukształtowanie bryły składowiska

Ze względu na charakter deponowanych odpadów (głównie odpady niesegregowane, zawierające około 20 % substancji organicznej) praktycznie nie istnieje ryzyko znaczących zmian bryły i powierzchni składowiska związanych z osiadaniem podczas trwania procesów mineralizacji. Nie spowoduje więc to zmian parametrów geotechnicznych bryły składowiska, które w sposób znaczący zmieniłyby zakładaną, docelową powierzchnię wierzchowiny.

W procesie kształtowania bryły założono:

- zmniejszenie powierzchni zajmowanej przez odpady poprzez uporządkowanie terenów przyległych oraz podgarnięcie odpadów o niewielkiej miąższości
- formowanie docelowej bryły odpadów z odpowiednimi spadkami z jednoczesnym zagęszczaniem kolejno układanych warstw

2.3.2. Warstwa wyrównawcza

W celu wyrównania powierzchni składowiska oraz utworzenia warstwy drenażowej biogazu należy wykonać przykrycie odpadów o miąższości 0,15 m. Omawiana warstwa wyrównawcza, jako pierwsza z warstw rekultywacyjnych ma na celu:

- wyrównanie powierzchni składowiska
- ukształtowanie wierzchowiny zgodnie z projektowaną geometrią w przypadku niewielkich odchyłeń po procesie formowania bryły odpadów

- stworzenie jednorodnej i dobrze zagęszczonej podstawy pod położenie warstwy uszczelniającej
- stworzenie jednorodnej warstwy gromadzącej i odprowadzającej biogaz jako jeden z elementów pasywnego systemu odgazowywania złoża odpadów.

Warstwę wyrównawczą proponuje się wykonać z frakcjonowanego gruzu, żwiru i piasku.

Objętość planowanej warstwy dla całej powierzchni składowiska wyniesie około 375 m³.

2.3.3. Warstwa uszczelniająca

Kolejną warstwą rekultywacyjną jest warstwa uszczelniająca, której podstawowym zadaniem jest izolacja masy odpadów od wpływu warunków zewnętrznych, a przede wszystkim niedopuszczenie do infiltracji wód opadowych i roztopowych w głąb korpusu składowiska. Dzięki izolacji, w okresie poeksploatacyjnym znacznie ograniczone zostanie przemywanie złożonych odpadów, a tym samym ograniczona ilość i jakość odcieków wewnątrz niecki. Uszczelnienie kwatery zapobiega też niekontrolowanemu procesowi wydostawania się gazu składowiskowego.

Wybór optymalnego materiału na przesłonę izolacyjną zależy jest od dostępności naturalnych materiałów izolacyjnych (gлина, ił). Odległość złóż, koszt transportu oraz trudność i czas układania warstwy z materiałów naturalnych, mają zasadnicze znaczenie przy wyborze lub odrzuceniu tej metody. Alternatywą jest zastosowanie sztucznych materiałów uszczelniających. Właściwości mat syntetycznych, czas i łatwość układania są ich zdecydowanym atutem.

Warstwa izolująca spełniać powinna zakładane parametry filtracyjne ($1 \times 10^{-10} - 1 \times 10^{-12}$ m/s), toteż warstwa musi zostać wykonana z:

- materiału mineralnego o odpowiednich właściwościach i miąższości,
- materiału syntetycznego,

bądź w postaci kombinacji tych metod.

Niezależnie od zastosowanych materiałów podłoże pod izolację powinno być równe, pozbawione wielkogabarytowego gruzu, korzeni, ostrych kamieni, lodu i stojącej wody. Dla warstwy zbudowanej z gruntów naturalnych uszczelnienie jest efektem ich właściwego ułożenia i odpowiedniej miąższości, dla mat syntetycznych właściwe ułożenie i samoistna aktywacja

po pierwszych opadach atmosferycznych (pęcznienie bentonitu pod wpływem wody) zapewni odpowiednią izolację.

W Polsce od wielu lat stosuje się także uszczelnienie z materiałów na bazie PE. Szczególnie geomembrana HDPE ze względu na duży wybór grubości, szerokości arkuszy i łatwość układania znajduje szerokie zastosowanie.

Dla przedmiotowego składowiska zaleca się zastosowanie mat na bazie bentonitu sodowego (Bentomat, Bentofix...), które ze względu na właściwości chemiczne, mechaniczne i łatwość zastosowania najlepiej nadają się na omawianą warstwę.

Dla rekultywowanego składowiska ilość potrzebnego materiału uszczelniającego wynosi: dla gliny lub iłu 750 m^3 (warstwa grubości 0,3 m), dla mat syntetycznych $2\,500 \text{ m}^2$.

2.3.4. Warstwa mineralno – humusowa (glebotwórcza)

Warstwa mineralno-humusowa (glebotwórcza) będzie miała około 0,45 m miąższości. Składa się ona z dolnej warstwy odsączającej (drenażowej) oraz z wierzchniej warstwy humusowej.

Warstwa drenażowa powinna być wykonana z materiału o dobrych właściwościach filtracyjnych ($k > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$). Dla omawianego składowiska w Rakowie proponuje się wykonanie warstwy drenażowej z piasku gruboziarnistego z dodatkiem płukanego żwiru frakcji 16/32, bez systemu drenaży. Warstwa ta zapewni odprowadzanie wód opadowych i roztopowych, jak też zapewni parowanie wody w strefie korzeniowej roślin.

Do wykonanie przedmiotowej warstwy o grubości 15 cm szacuje się zużycie 375 m^3 piasku i żwiru.

Przypowierzchniowa, ostatnia warstwa okrywy rekultywacyjnej to warstwa humusowa. Tworzyć ją będzie grunt mineralny wymieszany w stosunku 2:1 z odwodnionym osadem ściekowym. Warstwa humusowa stanowić będzie właściwą warstwę glebotwórczą jako podłoże pod roślinność trawiastą i motylkową zgodnie z kierunkiem rekultywacji, a następnie dla krzewów i drzew. Jednocześnie warstwa ta chronić będzie obszar rekultywowanego składowiska przed procesami erozyjnymi. Miąższość omawianej warstwy powinna umożliwić rozwój trwałej okrywy roślinnej, stąd też dla omawianego obiektu zaleca się wykonanie okrywy o miąższości około 0,3 m. Dla powyższych założeń szacowane zużycie materiału wynosi około 750 m^3 (grunt mineralny – 500 m^3 , odwodniony osad ściekowy – 250 m^3).

2.3.5. Odgazowanie złoża odpadów

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 61, poz. 549) w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji ... wprowadza obowiązek ujmowania gazu składowiskowego i jego gospodarcze wykorzystanie bądź unieszkodliwienie poprzez spalenie w pochodni. Obowiązek ten dotyczy obiektów, których eksploatacja została zakończona.

Ze względu na charakter deponowanych odpadów (głównie odpady niesegregowane, zawierające niewielkie ilości substancji organicznej) przewiduje się, iż proces produkcji biogazu odbywa się w niewielkim stopniu. Dla małych składowisk z niewielką produkcją biogazu stosuje się pasywne studzienki odgazowujące. Na składowisku odpadów obojętnych w Rakowie proponuje się wykonanie 2 otworów odgazowujących. Istotnym czynnikiem mającym wpływ na prawidłowość wykonania studni odgazowującej jest jej czas montażu. Do budowy studni należy przystąpić dopiero po ukształtowaniu bryły odpadów, ich zagęszczeniu i przykryciu warstwą wyrównawczą. Należy także pamiętać o dokładnym uszczelnieniu strefy wokół studni podczas wykonywania warstwy izolującej. Wylot studni odgazowania biernego należy wynieść 0,5-1,0 m ponad ostatnią warstwę rekultywacyjną (humusową).

W celu określenia ilości biogazu na przedmiotowym składowisku należy wykonać ocenę czynności wewnętrznej składowiska tzn. przeprowadzić pomiary zawartości biogazu w chwili obecnej oraz analizę istniejących możliwości jego tworzenia w przyszłości. Z informacji uzyskanych od przedstawicieli Urzędu Gminy w Rakowie wynika, iż na opisywanym obiekcie miały miejsce kilkukrotne samozapłony złoża odpadów – jednakże nie jest znana ich przyczyna (zapłon biogazu czy podpalenie). Niemniej pomiary te należy przeprowadzić przed przystąpieniem do prac budowlanych. W przypadku produkcji biogazu w ilości grożącej samozapłonem należy zaprojektować rozwiązania techniczne instalacji odgazowania oraz wykonać ją przed przystąpieniem do prac budowlanych. W przypadku produkcji niewielkiej ilości biogazu, system biernego odgazowywania należy wykonać zgodnie z w/w zaleceniami.

Poprawnie wykonana studzienka pozwoli na odgazowanie warstwy odpadów i monitoring tego procesu w fazie poeksploatacyjnej. Ujmowany biogaz za pośrednictwem warstwy wyrównawczo-odgazowującej doprowadzony będzie do studzienek odgazowujących z biofiltrem (torf lub węgiel aktywny) i jako podczyszczony kierowany do atmosfery. Z uwagi na pasywny system odgazowania, studzienki należy lokalizować w najwyższych punktach uformowanej bryły odpadów.

2.3.6. Odwodnienie i zbiornik chłonny

Dla przedmiotowego obiektu należy u podstawy już ukształtowanej przyzmy wykonać system rowów opaskowych. System będzie odprowadzał wody opadowe spływające z czaszy składowiska do zbiornika chłonnego. Układ taki ma zabezpieczyć składowisko przed niekontrolowanym przemywaniem podstawy odpadów. Odprowadzane wody opadowe i roztopowe nie będą miały kontaktu z odpadami, więc będą wodami czystymi i jako takie mogą być odprowadzane do zbiornika gruntowego, chłonnego. Niemniej na etapie prac rekultywacyjnych należy sporządzić operat wodnoprawny do wniosku na uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie tych wód. Drenaż należy wykonać z kształtek betonowych. Należy też zwrócić szczególną uwagę na zakotwienie warstwy izolacyjnej (np: maty bentonitowej), tak aby spływające wody nie wsiąkały w przyzmy odpadów (matę należy wywinąć w wykonanych uprzednio rowach opaskowych).

Wody opadowe poprzez system rowów opaskowych kierowane będą do zbiornika chłonnego, zlokalizowanego od strony SW czaszy składowiska (przy drodze gruntowej – zał.2.). Zbiornik będzie miał charakter ziemny, otwarty, w rzucie kształt prostokąta o wymiarach 3x5 m. Projektowana głębokość wynosi 1 m, a pojemność 15 m³. Dno zbiornika będzie lekko nachylone do środka w kierunku żwirowej studni chłonnej. Wlot rowu opaskowego i skarpy zbiornika należy zabezpieczyć betonową kratownicą wypełniona żwirem. Obiekt należy ogrodzić.

2.3.7. Piezometry lokalnej sieci obserwacyjnej

Według karty składowiska sporządzonej przez ZUK w Rakowie omawiany obiekt należy do typu składowisk obojętnych. Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r...* (Dz. U. z 2003 r. Nr 61, poz. 549, zm. Dz. U. z 2009 r. Nr 39, poz. 320) oraz *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r...* (Dz. U. z 2002 r. Nr 220, poz. 1858) dla niniejszego obiektu nie stosuje się zapisów w/w aktów prawnych, co oznacza, iż nie ma prawnej konieczności wykonywania systemu piezometrów obserwacyjnych. Jednakże zgodnie z treścią *Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 roku ...*(Dz. U. z 2005 r. Nr 186, poz. 1552 i 1553), składowane tu odpady z pewnością nie należały tylko do odpadów obojętnych, a istnieje obawa podrzucania także odpadów niebezpiecznych. Dlatego też zespół autorski uznał za właściwe wykonanie 3 piezometrów obserwacyjnych dla monitorowania stanu chemicznego wód podziemnych, szczególnie, iż wcześniej takiego rozpoznania nie wykonywano. Ilość, głębokość i sposób budowy otworów do poboru prób wody określi szczegółowo „Projekt prac geologicznych na wykonanie

lokalnej sieci obserwacyjnej monitoringu wód podziemnych wokół składowiska odpadów w miejscowości Raków”. Kontrolę stanu i jakości wód zapewni zespół trzech piezometrów – 1 na napływie i 2 na odpływie wód podziemnych.

2.3.8. Zagospodarowanie terenów przyległych

Ostateczne zagospodarowanie terenów przyległych do rekultywowanej czaszy odpadów polegać będzie na:

- wyrównaniu terenu poprzez zasypanie ewentualnych wyrobisk, z których usunięto odpady
- nawiezieniu ziemi urodzajnej i obsiewie traw
- ustawieniu tablic informacyjnych – „Teren zrekultywowany, wstęp wzbroniony”
„Zakaz wysypywania śmieci”

2.4. Rekultywacja biologiczna

Rekultywacja biologiczna (zwana szczegółową) polega na wprowadzeniu roślinności pełniącej funkcje: przeciwozyjną, próchniczotwórczą, sanitarną i estetyczną. Z tą fazą rekultywacji związany jest szereg zabiegów agrotechnicznych umożliwiających utworzenie bazy pokarmowej dla roślinności, pełniącej w/w funkcje.

Przedstawiona koncepcja rekultywacji zakłada, iż składowisko odpadów w Rakowie, po zamknięciu i przeprowadzeniu rekultywacji stanowić będzie użytek leśny.

W pierwszym etapie rekultywacji biologicznej należy przeprowadzić zabiegi agrotechniczne (na ukształtowanej kwaterze jak i na terenie przyległym), tak aby wykształcić warstwę humusową zasobną w składniki pokarmowe. Cel ten można osiągnąć stosując obornik, torf, kompost, gnojowicę, czy też osady ściekowe. Na rekultywowany teren wprowadzić można także szczepy bakterii (*Azobacter*, *Rhizobium*) i podstawowe nawożenie mineralne. Następnie, rekultywacja biologiczna polegać będzie na wprowadzeniu roślinności możliwie najbardziej typowej dla lokalnego ekosystemu. Wierzchowina z racji charakterystycznego reżimu wodnego (drenaż) zostanie obsiana trawami, roślinami motylkowymi i bylinami. Planowane jest również wykonanie na części obiektu nasadzeń krzewów i drzew, tak aby zapewnić jak najlepsze wtopienie obiektu w otaczający krajobraz.

Rekultywacja biologiczna wprowadzająca zbiorowiska roślinne zabezpiecza złoża odpadów poprzez:

- stabilizację i ochronę złoża odpadów przed erozją wodną i wietrzną
- zapobieżenie przemywania złoża odpadów poprzez pochłanianie wód opadowych w strefie korzeniowej roślin
- zwiększenie parowania poprzez ewapotranspirację

W kolejnych latach procesu rekultywacji należy pełnić nadzór nad składowiskiem oraz prowadzić prace porządkowe i pielęgnacyjne, obejmujące:

- nawożenie mineralne
- uzupełnianie ubytków roślinności zielonej, krzewów i drzew
- cięcia i koszenia pielęgnacyjne
- kontrola istniejących urządzeń, zabezpieczeń i oznaczeń

3. HARMONOGRAM DZIAŁAŃ ZWIĄZANYCH Z REKULTYWACJĄ SKŁADOWISKA

Realizując prace związane z rekultywacją nieczynnego składowiska odpadów w Rakowie proponuje się następujący harmonogram działań, które doprowadzić mają do osiągnięcia zakładanego celu.

Tabela 1. Harmonogram działań związanych z rekultywacją składowiska odpadów komunalnych w Rakowie

Działanie	Przewidywany termin (zakończenia danego etapu prac)
<i>Wykonanie projektu technicznego rekultywacji składowiska</i>	12.2010 r.
<i>Likwidacja i demontaż istniejącej infrastruktury</i>	03.2011 r.
<i>Docelowe ukształtowanie bryły składowiska</i>	05.2011 r.
<i>Wykonanie pokrywy wyrównawczo - drenującej</i>	08.2011 r.
<i>Wykonanie drenażu opaskowego (dodatkowy rów odwadniający wraz ze zbiornikiem)</i>	
<i>Wykonanie izolacyjnej pokrywy bentomatowej (lub naturalnej)</i>	
<i>Wykonanie pokrywy mineralno – humusowej</i>	
<i>Wykonanie obsiewu zadarniającego</i>	09.2011 r.
<i>Wykonanie nasadzeń roślinności krzewiastej</i>	10.2011 r.
<i>Odbiory</i>	12.2011 r.

4. WARUNKI SPRAWOWANIA NADZORU NAD ZREKULTYWOWANYM SKŁADOWISKIEM

4.1. Monitoring stanu środowiska

Zgodnie z n/w rozporządzeniami monitoring składowiska odpadów obejmujący fazę poeksploatacyjną trwa przez okres 30 lat, licząc od dnia uzyskania decyzji o zamknięciu składowiska.

- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczególnych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. Nr 61, poz. 549) z późniejszymi zmianami;*
- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów. (Dz. U. 02.220.1858 z dnia 19 grudnia 2002 r.).*

Zakres monitoringu składowiska odpadów w Rakowie w fazie poeksploatacyjnej powinien obejmować:

1. badanie wielkości opadu atmosferycznego z pomiarów prowadzonych na terenie składowiska odpadów lub poza nim, we wskazanej stacji meteorologicznej reprezentatywnej dla lokalizacji składowiska odpadów;
2. pomiar poziomu wód podziemnych;
3. kontrolę osiadania powierzchni składowiska odpadów w oparciu o ustalone repery;
4. badanie parametrów wskaźnikowych w wodach powierzchniowych, podziemnych i gazie składowiskowym.

Zakres parametrów wskaźnikowych oraz minimalną częstotliwość badań wód powierzchniowych, podziemnych oraz gazu składowiskowego przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Zakres parametrów wskaźnikowych oraz minimalna częstotliwość badań wód odciekowych, podziemnych oraz gazu składowiskowego w poszczególnych fazach eksploatacji składowiska odpadów

Lp.	Mierzony parametr	Faza poeksploatacyjna
1	Skład wód powierzchniowych (próbka pobrana ze zbiornika chłonnego)	co 6 miesięcy
2	Poziom wód podziemnych	co 6 miesięcy
3	Skład wód podziemnych	co 6 miesięcy
4	Emisja gazu składowiskowego	co 6 miesięcy
5	Skład gazu składowiskowego	co 6 miesięcy

W badaniach monitoringowych nie ujęto wód odciekowych, ze względu na brak stosownej instalacji na omawianym obiekcie.

Badanie monitoringowe jakości wód podziemnych odbywać się będzie w okresie wiosennym i jesiennym w oparciu o projektowaną sieć piezometrów.

Badanie monitoringowe jakości wód powierzchniowych odbywać się będzie w okresie wiosennym i jesiennym w oparciu o projektowaną sieć rowów opaskowych i zbiornika chłonnego.

Pomiar emisji gazu składowiskowego odbywać się będzie w miejscu jego ujmowania.

Przynajmniej raz w roku będzie badany przebieg osiadania powierzchni składowiska odpadów w oparciu o wykonane repery.

Jeżeli z wyników monitoringu prowadzonego przez okres 5 lat od zamknięcia składowiska odpadów wynika, że składowisko nie oddziałuje na środowisko, właściwy organ może zmniejszyć częstotliwość badań poszczególnych parametrów wskaźnikowych nie rzadziej jednak niż raz na 2 lata, a dla przewodności elektrolitycznej właściwej nie rzadziej niż raz na rok.

4.2. Monitoring efektów rekultywacji

Rekultywacja jest procesem, w trakcie którego zdegradowane tereny przywracane są dla środowiska jako tereny ponownie użyteczne. Rekultywacja składowiska to nie tylko realizacja zaprojektowanych zabiegów technicznych i biologicznych, lecz również ciągła kontynuacja działań aż do momentu uznania, że teren może być zagospodarowany zgodnie z przeznaczeniem. O ile degradacja terenu może nastąpić w bardzo krótkim czasie to proces naprawczy może trwać nawet kilkadziesiąt lat.

Przez lata przewidziane na trwanie procesu rekultywacji niezbędny jest stały monitoring efektów rekultywacji oparty o analizy laboratoryjne, obserwacje stanu szaty roślinnej oraz obserwacje bezpieczeństwa geotechnicznego składowiska. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości należy wprowadzić odpowiednie korekty. Podkreślić należy, że szata roślinna szczególnie w początkowym etapie rekultywacji wymaga starannych zabiegów pielęgnacyjnych. Ich nieprzestrzeganie jest częstym powodem braku zamierzonych efektów.

Nadzór na prawidłowym przebiegu rekultywacji oraz zrekultywowanym składowiskiem prowadzić będzie Zakład Usług Komunalnych w Rakowie.

5. WARIANTOWE METODY ZAGOSPODAROWANIA OBIEKTU

Dla omawianego składowiska odpadów w Rakowie rekomendowanym sposobem zagospodarowania jest **rekultywacja mechaniczno – biologiczna**. Przeprowadzenie proponowanych zabiegów mechanicznych, technicznych i agrotechnicznych sprawi, że negatywne oddziaływanie obecnego składowiska ograniczone zostanie do minimum, przywrócone zostaną także walory krajobrazowe i przyrodnicze terenu.

Alternatywą dla zaproponowanego rozwiązania jest **całkowite wywiezienie zgromadzonych odpadów**, a następnie uporządkowanie terenu i przywrócenie go do użytku. Odpady zgromadzone na terenie składowiska w Rakowie mogą zostać przetransportowane na będące w fazie projektowej składowisko Zakładu Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Rzędowie lub na istniejące składowisko odpadów komunalnych Pociészka w Staszowie. Po wywiezieniu odpadów teren po składowisku należy uporządkować oraz wykonać rekultywację biologiczną utworzonej w ten sposób powierzchni.

Poniżej przedstawiono porównanie alternatywnych sposobów zagospodarowania składowiska w Rakowie w ujęciu zadaniowo - finansowym, które stanowi podstawę do podjęcia decyzji dotyczącej dalszego postępowania z obiektem.

5.1. Rekultywacja mechaniczno - biologiczna

Zakres prac związanych z przeprowadzeniem rekultywacji mechaniczno – biologicznej składowiska odpadów komunalnych w Rakowie przewiduje:

I. Prace przygotowawcze i geodezyjne

- roboty pomiarowe przy powierzchniowych robotach ziemnych

II. Prace budowlane

- rozbiórka infrastruktury naziemnej
- przemieszczenie spycharkami mas ziemnych (głównie odpadów)
- plantowanie skarp
- zagęszczenie odpadów
- dowóz piasku, żwiru i frakcjonowanego gruzu oraz humusu i osadów ściekowych na warstwy rekultywacyjne i plantowanie terenów przyległych
- rozścielenie warstwy wyrównującej
- instalacja Bentomatu (warstwa izolacyjna)
- rozścielenie warstwy drenażowej

- umocnienie skarp geowłókniną
- rozścielenie warstwy humusowej
- wykonanie drenażu opaskowego (rowy drenujące)
- wykonanie piezometrów
- instalacja studzienek odgazowujących

III. Prace agrotechniczne i porządkowe

- wykonanie zadarnienia oraz nasadzeń krzewów i drzew
- prace pielęgnacyjne

5.2. Wywiezienie odpadów i uporządkowanie terenu

Zakres prac związany z wywiezieniem odpadów i uporządkowaniem pozostałego terenu składowiska odpadów w Rakowie obejmuje:

I. Prace przygotowawcze i geodezyjne

- roboty pomiarowe przy powierzchniowych robotach ziemnych

II. Prace budowlane, transport odpadów

- rozebranie infrastruktury naziemnej
- wykopy jamiste koparkami podsiębiernymi i załadunek odpadów
- wywóz odpadów
- przemieszczenie spycharkami mas ziemnych
- rozścielenia warstwy biologicznie czynnej
- zagęszczenie gruntu
- dowóz piasku, żwiru i frakcjonowanego gruzu oraz humusu i osadów ściekowych w celu plantowania terenu i na warstwę humusową (jako podbudowa dla rekultywacji biologicznej)

III. Prace agrotechniczne i porządkowe

- wykonanie zadarnień oraz nasadzeń krzewów i drzew
- prace pielęgnacyjne

IV. Przyjęcie i zdeponowanie odpadów na nowym składowisku (6 500 Mg)

5.3. Bilans kosztów dla zakładanych sposobów zagospodarowania obiektu

Rekultywacja mechaniczno - biologiczna istniejącego składowiska odpadów polegać będzie na przeprowadzeniu prac w trzech etapach, tworzących następujące, szacunkowe koszty realizacyjne:

I. Prace przygotowawcze i geodezyjne	– 15 000,00 PLN
II. Prace budowlane	– 300 000,00 PLN
III. Prace agrotechniczne i porządkowe	– 35 000,00 PLN
	<hr/>
	350 000,00 PLN

Koszt przedmiotowych robót związanych z rekultywacją mechaniczno – biologiczną składowiska odpadów w Rakowie szacuje się łącznie na kwotę **350 000,00 PLN**.

Do powyższej kwoty należy doliczyć koszt monitoringu składowiska trwający przez okres 30 lat od daty zamknięcia obiektu. Koszt jednostkowy - w ujęciu rocznym monitorowania składowiska można przyjąć na 15 000,00 PLN.

Wywiezienie odpadów i rekultywacja pozostałego terenu po składowisku odpadów wiąże się z przeprowadzeniem prac w czterech etapach, tworzących następujące, szacunkowe koszty realizacyjne :

I. Prace przygotowawcze i geodezyjne	– 15 000,00 PLN
II. Prace budowlane, transport odpadów	– 305 000,00 PLN
III. Prace agrotechniczne i porządkowe	– 50 000,00 PLN
IV. Przyjęcie i zdeponowanie odpadów na nowym składowisku	– 650 000,00 PLN
	<hr/>
	1 020 000,00 PLN

Przedmiotowe roboty szacuje się na kwotę **370 000 zł** (bez kosztów przyjęcia odpadów na nowe składowisko) oraz **1 020 000 zł** (wraz z kosztami składowania).

W przedstawionych kalkulacjach kosztorysowych, nawiązano do harmonogramu realizacji zadania pod nazwą budowa Zakładu Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Rzędowie oraz uwzględniono optymalizację kosztów w przypadku wykorzystania materiałów odpadowych dostępnych i możliwych do użycia w procesie rekultywacji.

W 2007 roku na terenie 18 gmin uczestniczących w projekcie Ekologicznego Związku Gospodarki Odpadami Komunalnymi przeprowadzono badania morfologii odpadów. W strumieniu badanych odpadów niesegregowanych wyróżniono m.in. poniższe frakcje możliwe do wykorzystania w ramach prowadzenia prac rekultywacyjnych na składowisku w Rakowie:

- **frakcja o średnicy <5cm** stanowiącą 28 % ogółu odpadów - do wykorzystania jako grunt inertny budujący warstwę wyrównawczą
- **frakcja odpadów organicznych** stanowiącą 23 % ogółu odpadów – do wykorzystania przy tworzeniu warstwy humusowej

Wymienione frakcje odpadów możliwe do wykorzystania będą dostępne w zakładanych ilościach dopiero po uruchomieniu w Rzędowie Zakładu Gospodarki Odpadami Komunalnymi.

Projektowane rozwiązania techniczne linii sortowniczej wspomnianego Zakładu umożliwiają przyjęcie i segregację 25 000 - 30 000 Mg odpadów. Jednakże z harmonogramu budowy i eksploatacji obiektu wynika, iż w 2011 roku na linię sortowniczą trafi tylko około 5 800 Mg odpadów niesegregowanych.

Przyjmując powyższe wartości oraz procentowy udział poszczególnych frakcji wynikający z badania morfologii odpadów, możliwe do uzyskania i do wykorzystania w procesie rekultywacji w 2011 r. ilości odpadów frakcjonowanych kształtować się będą na poziomie:

- **1 624 Mg** gruntu inertnego (frakcja < 5cm)
- **1 334 Mg** odpadów organicznych

Podane wartości są szacunkowe, a możliwość ich pozyskania tylko teoretyczna ze względu na fazę wstępną (projektową) realizacji obiektu.

Zgodnie z podjętymi decyzjami (właściciela obiektu i administracji samorządowej) proces rekultywacji omawianego składowiska w Rakowie (w istocie działań budowlanych) należy zakończyć do 2011 roku (zgodnie z PGO dla woj. świętokrzyskiego).

Proponuje się zatem wykonanie warstw rekultywacyjnych zgodnie z propozycją przedstawioną w niniejszej koncepcji, tj; wykorzystanie piasku średniego, żwiru i frakcjonowanego gruzu na wykonanie warstwy wyrównawczej i drenażowej oraz osadów ściekowych do wykonania warstwy humusowej. Wymienione materiały ujęto w bilansie kosztów.

6. PODSUMOWANIE

Mając na uwadze utworzenie międzygminnego Ekologicznego Związku Gospodarki Odpadami Komunalnymi oraz budowę Zakładu Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Rzędowie, a także zważywszy na uwarunkowania prawne, przyrodnicze i administracyjne, podjęto kroki zmierzające do zamknięcia i przeprowadzenia rekultywacji składowiska odpadów obojętnych w Rakowie.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono koncepcję zamknięcia i rekultywacji wspomnianego składowiska. W dokumencie zaprezentowano szereg zabiegów technicznych i agrarnych, zmierzających do minimalizacji wpływu omawianego obiektu na środowisko przyrodnicze.

Porównano także wariantowe metody zagospodarowania składowiska: rekultywację mechaniczno - biologiczną oraz wywiezienie odpadów i zagospodarowanie przyrodnicze powstałego terenu. Dla obu wariantów rekultywacji sporządzono szacunkowe kosztorysy będące w istocie wstępną wyceną wartości robót budowlanych. Nie są one jednak oparte na szczegółowych wyliczeniach jakie może zapewnić projekt budowlano – wykonawczy rekultywacji. Niemniej koszty planowanych działań mających na celu rekultywację składowiska oszacowano wg metody kosztorysowania szczegółowego KNR, opartej o zapisy koncepcji, przy założeniu przeciętnych warunków wykonania robót i wybranych rozwiązań technologicznych.

Przyjęte założenia dla obu wskazanych wariantów zagospodarowania składowiska w Rakowie oraz przeprowadzone na tej podstawie wyliczenia kosztów dają możliwość porównania nakładów jakie należałoby ponieść z tytułu wybrania jednej z przedstawionych metod.

Ze względu na możliwości techniczne, uwarunkowania przyrodnicze i ekologiczne oraz aspekt ekonomiczny, zespół autorski uznał, iż bardziej wskazane będzie przeprowadzenie rekultywacji mechaniczno - biologicznej.

W przypadku ostatecznego wyboru przez właściciela obiektu wariantu do realizacji, kolejnym krokiem prac będzie przygotowanie projektu budowlano – wykonawczego zamknięcia i rekultywacji składowiska, projektu zagospodarowania terenu oraz opcjonalnie planu BIOZ, jako dokumentów niezbędnych dla przeprowadzenia procesu rekultywacji składowiska.