

Zamawiający :

**Mazurski Związek Międzygminny
- Gospodarka Odpadami
11-500 Giżycko ul. Wodna 4**

Stadium :

Dokumentacja techniczna

Nr umowy:

1/2711/2011 z dnia 09 września 2011 r.

Temat :

**Rekultywacja składowiska odpadów komunalnych
w m. Miechy gm. Miłki**

Nr działki :

191/18

Branża :

Technologia**Skład Zespołu:****Podpis:**

Prezes Zarządu:

Mgr inż. Adam Roszczyk

Projektował:

Mgr inż. Mariusz Gosz

Opracował:

Mgr inż. Sławomir Hebel**Gdynia****Październik 2011 r.**

Spis treści:

| | |
|---|-----------|
| 1. WSTĘP: | 3 |
| 1.1. Dane formalne: | 3 |
| 1.1.1. Zamawiający: | 3 |
| 1.1.2. Zarządzający składowiskiem: | 3 |
| 1.1.3. Autor dokumentacji: | 3 |
| 1.2. Cel i zakres opracowania: | 3 |
| 1.3. Zagrożenia dla środowiska powodowane przez składowiska odpadów komunalnych po zakończeniu eksploatacji: | 3 |
| 1.4. Podstawowe zasady rekultywacji: | 4 |
| 1.5. Wykorzystane materiały: | 5 |
| 2. DANE IDENTYFIKACYJNE OBIEKTU: | 5 |
| 2.1. Podstawowe dane n/t składowiska: | 5 |
| 2.2. Lokalizacja: | 6 |
| 2.3. Opis stanu istniejącego: | 6 |
| 2.4. Technologia składowania: | 7 |
| 2.5. Warunki geologiczne i hydrogeologiczne: | 7 |
| 2.6. Sieć monitoringu: | 8 |
| 3. GŁÓWNE ZAŁOŻENIA REKULTYWACJI: | 8 |
| 4. REKULTYWACJA TECHNICZNA: | 8 |
| 4.1. Ukształtowanie wierzchowiny składowiska: | 8 |
| 4.2. Konstrukcja warstwy rekultywacyjnej: | 9 |
| 4.3. Odgazowanie: | 11 |
| 4.4. Odwodnienie: | 12 |
| 5. REKULTYWACJA BIOLOGICZNA: | 12 |
| 5.1. Założenia: | 12 |
| 5.2. Zadarnianie. Dobór roślin: | 12 |
| 5.3. Zakrzewianie i zadrzewianie powierzchni zadawnionych: | 13 |
| 5.4. Zabiegi agrotechniczne: | 14 |
| 5.4.1. Nawożenie mineralne: | 14 |
| 5.4.2. Siew: | 14 |
| 5.5. Wytyczne konserwacji i napraw rekultywacji biologicznej: | 14 |
| 6. KONTROLA ZREKULTYWOWANEGO SKŁADOWISKA: | 15 |
| 7. UWAGI KOŃCOWE: | 17 |

1. WSTĘP:

1.1. Dane formalne:

1.1.1. Zamawiający:

Mazurski Związek Międzygminny - Gospodarka Odpadami, 11-500 Giżycko, ul. Wodna 4.

1.1.2. Zarządzający składowiskiem:

Przedsiębiorstwo Usług Komunalno - Rolnych Sp. z o.o., 11-523 Miłki, ul. Lipowa 23.

1.1.3. Autor dokumentacji:

Coneco-BCE Sp. z o.o., 81-601 Gdynia, ul. Prostokątna 13.

1.2. Cel i zakres opracowania:

Celem niniejszej pracy jest, zgodnie z zawartą umową, aktualizacja dokumentacji technicznej rekultywacji składowiska odpadów komunalnych w m. Miechy, służąca przeprowadzeniu postępowania przetargowego na wykonanie prac rekultywacyjnych.

Przyjęto, że rekultywacja techniczna musi przyjąć jako punkt wyjścia aktualny stan terenu rekultywowanego składowiska. Założono, że zaproponowane przedsięwzięcia techniczne powinny zmierzać do ochrony takich elementów środowiska jak krajobraz, wody gruntowe, gleba, i powietrze.

Dokumentacja poza rekultywacją techniczną obejmuje również rekultywację biologiczną. Dokumentację opracowano w oparciu o aktualną mapę sytuacyjno-wysokościową terenu w skali 1:500, dostarczoną przez Zamawiającego.

1.3. Zagrożenia dla środowiska powodowane przez składowiska odpadów komunalnych po zakończeniu eksploatacji:

Pozostawione po zakończeniu eksploatacji nie zrehabilitowane składowiska mogą przez długie lata stanowić uciążliwość dla otoczenia. Poniżej przedstawiono najbardziej charakterystyczne uciążliwości dla poszczególnych komponentów środowiska.

- Zagrożenia dla wód podziemnych i powierzchniowych: wody podziemne i powierzchniowe mogą być zanieczyszczone wymywaniem ze złoża odpadów substancjami (będącymi produktami przemian biochemicznych w nim zachodzących lub innymi substancjami znajdującymi się w złożonych odpadach).
- Zagrożenia dla powietrza atmosferycznego: Czystość powietrza atmosferycznego może być zagrożona poprzez możliwość emisji aerozoli bakteryjnych oraz pylenie. Obiekty, na których składowane były odpady zawierające duże ilości substancji organicznej mogą stanowić zagrożenie wywołane emisją gazu składowiskowego (biogazu). Migrujący z składowisk gaz stwarza zagrożenie dla środowiska naturalnego zarówno pod względem przyczyniania się do efektu cieplarnianego, jak i niekorzystnego oddziaływania na organizmy żywe oraz roślinność w sąsiedztwie składowiska. Metan jest gazem palnym, a w mieszaninie z powietrzem (5% - dolna i 15% - górna granica wybuchowości) wybuchowym, ta właściwość jest najczęstszym czynnikiem decydującym o budowie instalacji odgazowujących składowiska. Emisja biogazu, pogarszając skład powietrza, stwarza niebezpieczeństwo uduszenia ludzi i zwierząt (szczególnie w zagłębieniach terenu, studzienkach i innych miejscach gromadzenia się gazu). Zawarte w emitowanym

biogazie substancje złownone (merkaptany, siarkowodór, kwasy tłuszczowe), charakteryzujące się bardzo niskim progiem wyczuwalności, powodują zwiększenie uciążliwości eksploatowanych składowisk odpadów komunalnych oraz trudności w lokalizacji nowych obiektów. Dodatkowo emisja biogazu zawierającego (w ilościach śladowych) oprócz składników podstawowych (CH₄ i CO₂) ok. pięciuset różnych związków organicznych, z których część to substancje kancerogenne (np. benzen, toluen, trychloroetylen), może być (szczególnie w bezpośrednim sąsiedztwie składowiska) czynnikiem powodującym zagrożenie zdrowotne. Inną uciążliwością związaną z emisją biogazu, szczególnie istotną przy rekultywacji składowisk, jest niszczenie roślin (szkody wegetacyjne spowodowane blokowaniem dostępu tlenu do warstwy korzeniowej).

- Zagrożenia dla środowiska gruntowego: O ile środowisko gruntowe jest dość odporne na zanieczyszczenia biologiczne to w bezpośrednim otoczeniu składowiska grunty mogą wiązać w kompleksie sorpcyjnym nadmierne ilości metali ciężkich, ponadto charakterystyczną ich cechą jest występujący nadmiar substancji użyźniających zwłaszcza azotowych mogących stanowić zagrożenie dla łańcucha pokarmowego.
- Zagrożenia dla krajobrazu: Nie do przyjęcia jest wizja terenów pokrytych rozwiewanymi papierami i foliami oraz ze zwalami odpadów.
- Bezpieczeństwo geotechniczne: Niezwykle istotne jest zapewnienie bezpieczeństwa geotechnicznego rekultywowanego składowiska. Składowisko pod względem geotechnicznym jest przez długi czas tworem dynamicznym. Przemiany w jego wnętrzu prowadzą do zmniejszenia objętości złoża (wywołanego przemianami biochemicznymi oraz samozagęszczaniem się odpadów). Powstawać, więc będą niecki i zapadliska bardzo sprzyjające tworzeniu się zastoisk wodnych. Nie można oczekiwać, że zaprojektowana i ukształtowana bryła będzie budowlą niezmienną w nadanym jej kształcie. Przewidzenie miejsc gdzie mogą wystąpić odkształcenia jest bardzo trudne i wymaga szczegółowych analiz geotechnicznych. Odpady z czasem zmieniają również swoje parametry geotechniczne, dotyczy to zwłaszcza kąta tarcia wewnętrznego i spójności. Nadpoziomowe bryły starych składowisk często posiadają prawie pionowe skarpy. Stwarza to zagrożenie wystąpienia osuwisk zboczy a także wystąpienia zjawiska tzw. pełzania bryły, czyli powiększania się w sposób niekontrolowany stopy składowiska. Zlokalizowane na gruntach o małej nośności składowiska mogą ulegać deformacjom powstałym na skutek nierównomiernego osiadania podłoża. Może to doprowadzić szczególnie przy wysokich skarpach składowiska do utraty stateczności i powstawania obrywów i osuwisk

1.4. Podstawowe zasady rekultywacji:

Rekultywacja jest procesem w trakcie, którego zniszczone 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 planowanym przeznaczeniem. O ile degradacja terenu może nastąpić w bardzo krótkim czasie, to proces naprawczy będzie trwał w skrajnych przypadkach nawet kilkanaście lat.

Istotą rekultywacji składowisk komunalnych jest stworzenie poprzez zabiegi techniczne, agrotechniczne i uprawowe takich warunków, aby naturalne procesy przemian biochemicznych zachodzące wewnątrz składowiska przebiegały w sposób możliwie jak najszybszy, przy jak najmniejszym niekorzystnym oddziaływaniu na środowisko.

1.5. Wykorzystane materiały:

Przy opracowaniu niniejszej dokumentacji wykorzystano następujące materiały:

- Mapa sytuacyjno-wysokościowa w skali 1:500 terenu składowiska, aktualizowana na dzień 14.10.2011 r.
- Dokumentacja techniczna rekultywacji składowiska, wykonana w marcu 2006 r.
- Dokumentacja formalno-prawna składowiska udostępniona przez Zamawiającego.

Dokumentacja uwzględnia aktualny stan prawny dot. tematu, m.in.:

- Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Tekst jednolity z 2010 r. Dz.U. Nr 185, poz. 1243 z późn. zm.).
- Ustawa Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Tekst jednolity z 2006 r., Dz.U. Nr 129, poz. 902 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 03.02.1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. nr 16 poz. 78).
- Główny Urząd Statystyczny - Definicja pojęć o ochronie środowiska poz. 133008.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. Nr 220, poz. 1858).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz.U. 03.61.549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz.U. 06.49.356 z dnia 27 marca 2006 r.).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz.U. Nr 39, poz. 320 z dnia 13 marca 2009 r.).

2. DANE IDENTYFIKACYJNE OBIEKTU:

2.1. Podstawowe dane n/t składowiska:

| <i>Lp.</i> | <i>Wskaźnik</i> | <i>Jednostka</i> | <i>Wartość</i> |
|-------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1. | Powierzchnia całkowita składowiska | ha | 1,89 |
| 2. | Powierzchnia odpadów | ha | ok. 0,32 |
| 3. | Objętość odpadów | m ³ | ok. 17.300 |

| | | | |
|-----|---|-----|----------------------------|
| 4. | Początek eksploatacji | rok | 1993 |
| 5. | Koniec eksploatacji (decyzja starosty) | rok | 2005 |
| 6. | Przegląd ekologiczny | rok | 2002 |
| 7. | Pozwolenie na użytkowanie | rok | 1996 |
| 8. | Uszczelnienie niecki | - | brak |
| 9. | Instalacja do zbierania odcieków | - | brak |
| 10. | instalacja do ujmowania gazu | - | brak |
| 11. | Prowadzenie monitoringu wód i gazu | - | 1 piezometr (nieczynny) |

2.2. Lokalizacja:

Składowisko zlokalizowane jest około 1,5 km na wschód od m. Miłki, w granicach wsi Miechy, na działce o numerze ewidencyjnym 191/18 obręb Miechy, stanowiącej mienie komunalne gminy Miłki. W skład jej wchodzi: wyrobisko, droga dojazdowa, pas zieleni i tereny na stoku wzgórza.

Niecka składowiska zlokalizowana jest w lokalnym wzniesieniu i stanowiła nieużytek po dawnej eksploatacji kruszywa budowlanego.

2.3. Opis stanu istniejącego:

Składowisko zostało zlokalizowane w zagłębieniu wzniesienia, którego wysokość przed rozpoczęciem eksploatacji kruszywa wynosiła ok. 165,0 m n.p.m. Dno wyrobiska jest nieregularne z powodu jego niewłaściwej eksploatacji. Deniwelacje terenu (dno – krawędź skarpy) dochodzą do 19 m. Skarpy wyrobiska posiadają bardzo duże nachylenie, miejscami osiągając prawie pionową ścianę.

W skład składowiska wchodzi następujące elementy:

- ogrodzenie z pasem zieleni,
- droga dojazdowa o nawierzchni żwirowej,
- brama wjazdowa.

Ze względu na małą ilość odpadów deponowanych na składowisku, odstąpiono w trakcie eksploatacji od budowy dodatkowych elementów infrastruktury, takich jak: waga, brodzik dezynfekcyjny i budynek dla obsługi.

Obecnie składowisko jest ogrodzone płotem z drewnianych belek. Łączna długość ogrodzenia wynosi około 150 m. Wykonano również ogrodzenie po obydwóch stronach drogi dojazdowej z siatki drucianej. Miało ono za zadanie uniemożliwienie składowania odpadów poza czaszą składowiska. Brama wjazdowa znajduje się przy drodze Miłki - Miechy. Od 2005 r. składowisko jest nieczynne.

2.4. Technologia składowania:

Obiekt posiadał charakter składowiska zbiorczego. Deponowane na nim odpady pochodziły głównie od mieszkańców z zabudowy jedno i wielorodzinnej, urzędów, indywidualnych gospodarstw rolnych, placówek handlowych, usługowych i gastronomicznych. Odpady składowane były w sposób nieselektywny. Na składowisku nie zaobserwowano wylewania odpadów płynnych ani też wypalania odpadów. Odpady składowane były w obrębie całego wyrobiska. Nie prowadzono zagęszczania zdeponowanych odpadów przy użyciu kompaktora lub spychacza, jak również nie stosowano przesypek izolacyjnych. Na obiekcie nie prowadzono odzysku surowców wtórnych, segregacji odpadów ani też wydzielania odpadów niebezpiecznych. Nie było też miejsc zorganizowanego gromadzenia odpadów niebezpiecznych. Najprawdopodobniej odpady te zdeponowano wraz z całym strumieniem odpadów komunalnych. Na składowisku, w 2007 roku, w ramach rekultywacji składowiska odpadów w Rydzewie, zdeponowano dodatkowo odpady komunalne wywiezione z tego składowiska w ilości ok. 12 000 m³.

2.5. Warunki geologiczne i hydrogeologiczne:

Teren składowiska znajduje się w mikroregionie fizycznogeograficznym zwanym Pojezierze Orzyskie, wchodzącym w skład mezoregionu Kraina Wielkich Jezior Mazurskich (wg Kondrackiego). Rzeźba mikroregionu jest urozmaicona, pagórkowato – wzgórzowa. Wzniesienie terenu od 120 do ponad 200 m n.p.m. Występują przeważnie moreny czołowe oraz rozległe powierzchnie tworzy gliniasta morena denna. Deniwelacje terenu składowiska dla skrajnych punktów wysokościowych wynoszą od 150 - 162 m n.p.m. W obrębie terenu opracowania nie występują wody powierzchniowe. W odległości ok. 2 km na zachód od składowiska znajduje się Jezioro Miłkowskie. Budowę geologiczną przypowierzchniowych warstw terenu badań ukształtował lodowiec fazy pomorskiej zlodowacenia bałtyckiego. Rejon składowiska jest fragmentem moreny czołowej zbudowanej ze żwirów i piasków. W oparciu o wykonane badania przez "EKO- GEO" Suwałki (otwory do głębokości 8 m poniżej dna wyrobiska), materiały archiwalne oraz obserwacje terenowe można wyinterpretować dla rejonu składowiska następujący profil litologiczny:

- 0,0 - 10,0 m - piaski drobne
- 10,0 - 14,0 m - gliny piaszczyste
- 14,0 - 19,0 m - pospółki i żwiry
- 19,0 - 34,0 m - gliny zwałowe.

Wykonanymi otworami do głębokości 8 m poniżej dna wyrobiska zwierciadła wód gruntowych nie stwierdzono, w oparciu o informacje od właściciela studni znajdującej się ok. 220 m od składowiska można przyjąć, że pierwsza warstwa wodonośna powinna wystąpić od głębokości ok. 14 m. Warstwa ta jest prawdopodobnie izolowana od powierzchni warstwą glin, budują ją pospółki i ma charakter naporowy. Zwierciadło powinno stabilizować się ok. 11m poniżej dna wyrobiska. Warstwa ta jest ujmowana prawdopodobnie studniami kopanymi w rejonie m. Miechy. Opisane wyżej warunki gruntowo - wodne pozwalają na eksploatację składowiska bez uszczelniania jego dna. Użytkowa warstwa wodonośna w rejonie Miłek (warstwa ujmowana studniami wierconymi - ujęcie wiejskie) zalega na głębokości ok. 32 m. Jej zwierciadło stabilizuje się ok. 4,1 m ppt. i jest izolowane od powierzchni kompleksem glin zwałowych. Na podstawie mapy hydroizohips terenu można określić kierunek spływu wód podziemnych na E-W.

2.6. Sieć monitoringu:

Na składowisku w Miechach nie są w chwili obecnej prowadzone badania monitoringowe wód podziemnych, wód powierzchniowych oraz gazu składowiskowego.

3. GŁÓWNE ZAŁOŻENIA REKULTYWACJI:

Grunty składowisk odpadów po zakończeniu ich eksploatacji wymagają, jak wszystkie nieużytki, rekultywacji i ponownego zagospodarowania. Obowiązek rekultywacji składowiska spoczywa na jednostce prowadzącej jej eksploatację. Na użytkowniku składowiska ciąży również obowiązek kontroli jej wpływu na środowisko przez okres 30 lat od chwili uzyskania decyzji o zamknięciu składowiska odpadów.

Pod pojęciem rekultywacji należy rozumieć całokształt działań zmierzających do odtworzenia starych lub stworzenia nowych walorów użytkowych terenu zajętego przez składowisko odpadów.

W niniejszej dokumentacji, jako docelowy kierunek rekultywacji składowiska przyjęto leśny, z naturalną sukcesją roślinności.

Dokumentacja techniczna rekultywacji obejmuje:

- uformowanie skarp otoczenia składowiska,
- przygotowanie składowiska odpadów do pokrycia jego powierzchni warstwą rekultywacyjną,
- wykonanie warstwy podglebia z gruntu pozyskanego przy łagodzeniu skarp otaczających składowisko,
- wykonanie warstwy glebotwórczej z humusu lub kompostu dostarczonego na składowisko,
- zadarnienie powierzchni okrywy rekultywacyjnej składowiska,
- wytyczne kolejności przeprowadzenia robót rekultywacyjnych, konserwacji warstwy rekultywacyjnej oraz roślinności do czasu zakończenia prac rekultywacyjnych.

Dokumentacja techniczna rekultywacji składowiska opracowana została w taki sposób aby:

- zrehabilitowana wierzchowina oraz otaczające je skarpy mieściły się w całości w wyznaczonych granicach obiektu,
- działania interwencyjne w zakresie korekty nachylenia skarp ograniczyć w miarę możliwości do uporządkowania ich w zakresie geometrii i zapewnienia bezpieczeństwa (stateczności),
- powierzchnie wierzchowiny składowiska miały tak ukształtowane spadki, by wody deszczowe spływały z nich poza jej skraj,
- ostateczny wygląd składowiska nie kontrastował nadmiernie z otaczającym go krajobrazem.

Rekultywacja dzieli się na techniczną i biologiczną.

4. REKULTYWACJA TECHNICZNA:

4.1. Ukształtowanie wierzchowiny składowiska:

Przyjęto, że rekultywację składowiska należy rozpocząć od ukształtowania docelowego kształtu otaczających go skarp wyrobiska oraz wierzchowiny zdeponowanych odpadów. Ukształtowanie wierzchowiny rekultywowanego składowiska przewidziano do wykonania przy pomocy materiału gruntowego pozyskanego ze złagodzonych skarp,

przemieszczonego wcześniej na składowisko, z uwzględnieniem osiadania złoża odpadów, ze spadkiem od 2,5% do 6,6% na zewnątrz. Ma to na celu zapewnienie swobodnego spływu wód deszczowych, przy jednoczesnym zachowaniu prędkości nie rozmywających. Ogólny spływ wód powierzchniowych, zgodnie z założeniami, nastąpi w kierunku południowym. Docelowy kształt zrehabilitowanego składowiska pokazano na przekrojach.

Bilans mas ziemnych przedstawia się następująco:

- ilość gruntu do przemieszczenia: 4 170 m³
- ilość gruntu do wbudowania: 4 114 m³
- ilość humusu do wbudowania: 1 140 m³

4.2. Konstrukcja warstwy rekultywacyjnej:

Dokumentacja realizuje przyjęty ostatecznie przez Zamawiającego i Zarządzającego składowiskiem wariant zakładający, iż warstwę rekultywacyjną stanowić będzie warstwa gruntu umożliwiająca swobodną wegetację roślinności. Przyjęty w dokumentacji wariant jest zgodny z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U.03.61.549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.). Przedmiotowe rozporządzenie nakazuje bowiem uszczelniać przy rekultywacji wyłącznie składowiska odpadów niebezpiecznych, a składowisko odpadów w Miechach takim nie jest.

Abstrahując od aspektu prawnego rekultywacji, uszczelnienie całej powierzchni składowiska zostało uznane za nieuzasadnione wobec faktu, iż pod całym obiektem zalega ciągła warstwa słabo przepuszczalnych utworów gliniastych o dużej miąższości, które ograniczają wpływ zanieczyszczeń na wody podziemne poziomu użytkowego. Przewidziano ponadto szeroki zakres zabudowy roślinnej na zrehabilitowanej powierzchni składowiska. Zamknięcie składowiska poprzez jego uszczelnienie wydaje się być nieuzasadnione technologicznie. Szczelne zamykanie składowisk na których składowane są łatwo rozkładalne odpady organiczne (odpady ulegające biodegradacji) jest wg obecnych trendów i wyników doświadczeń z dotychczas wykonanych rekultywacji, nieuzasadnione. Właściwa rekultywacja techniczna (przy zastosowaniu materiałów mineralnych) i biologiczna (odpowiednie nasadzenia roślin, w tym roślin o dużych potrzebach wodnych) ograniczą do minimum migrację wód opadowych w głąb składowiska. Należy przy tym podkreślić, że minimalna migracja wód opadowych jest niezbędnym warunkiem intensyfikacji (a co z tym związane szybszego zakończenia) procesów biochemicznych zachodzących w złożu składowanych odpadów. Przesuszenie złoża poprzez szczelne zamykanie jest zjawiskiem niekorzystnym z punktu widzenia ochrony środowiska przed składowanymi odpadami, gdyż problem związany z oddziaływaniem na środowisko jest przesuwany w czasie, ale potencjalne oddziaływanie wystąpi po ponownym nawodnieniu złoża, które może nastąpić w momencie każdego uszkodzenia warstwy izolacyjnej np. wskutek nierównomiernego osiadania złoża odpadów.

Mając powyższe na uwadze, przyjęto rozwiązanie, polegające na usypaniu na zdeponowanych odpadach warstwy podglebia o miąższości od 50 do 250 cm (wykonanej z gruntu pozyskanego przy łagodzeniu skarp otaczających składowisko) oraz 20 cm warstwy gleby urodzajnej.

Tak przygotowane składowisko będzie nadawało się do wykonania rekultywacji biologicznej. W pierwszym roku dużego osiadania złoży należy na bieżąco uzupełniać warstwę przykrywającą, uniemożliwiając tworzenie się lokalnych zastoisk wody.

Do celów rekultywacji składowiska będzie możliwe również użycie odpadów dopuszczonych do stosowania Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz.U. 06.49.356 z dnia 27 marca 2006 r.).

W myśl tego aktu prawnego do rekultywacji biologicznej zamkniętego składowiska lub jego części (wykonania okrywy rekultywacyjnej), można stosować następujące kody odpadów (przy czym grubość warstwy stosowanych odpadów powinna być uzależniona od planowanych obsiewów lub nasadzeń):

- 01 04 12 - Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11;
- 02 03 80 - Wytłoki, osady i inne odpady z przetwórstwa produktów roślinnych (z wyłączeniem 02 03 81)
- 02 07 80- Wytłoki, osady moszczowe i pofermentacyjne, wywary;
- 10 01 01 - Żużle, popioły paleniskowe i pyły z kotłów (z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04);
- 10 01 02 - Popioły lotne z węgla;
- 10 01 15 - Popioły paleniskowe, żużle i pyły z kotłów ze współspalania, inne niż wymienione w 10 01 14;
- 10 01 80 - Mieszanki popiołowo-żużlowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych;
- 17 05 04 - Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03;
- 17 05 06 - Urobek z pogłębiania inny niż wymieniony w 17 05 05;
- 19 05 03 - Kompost nie odpowiadający wymaganiom (nie nadający się do wykorzystania);
- 19 08 05 - Ustabilizowane komunalne osady ściekowe;
- 20 02 02 - Gleba i ziemia, w tym kamienie.

W odniesieniu do odpadów o kodzie 19 08 05 stosuje się art. 43 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001r. o odpadach.

Odpady o kodach: 10 01 01, 10 01 02, 10 01 15 i 10 01 80 przed wykorzystaniem należy wymieszać w proporcji 1:1 z odwodnionymi osadami ściekowymi i stosować w postaci warstwy o grubości maksymalnie 1 m w przypadku nasadzeń niskich lub 2 m w przypadku nasadzeń drzewiastych.

Zgodnie z powyższym rozporządzeniem odpady można wykorzystać również do porządkowania i zabezpieczenia przed erozją wodną i wietrzną skarpy i powierzchni korony zamkniętego składowiska lub jego części, w ilości wynikającej z technicznego sposobu zamknięcia składowiska; są to wówczas odpady o następujących kodach:

- 01 01 02- Odpady z wydobywania kopalin innych niż rudy metali;
- 01 04 08 - Odpady żwiru lub skruszone skały inne niż wymienione w 01 04 07;
- 01 04 09 - Odpadowe piaski i iły;
- 01 04 12 - Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11;
- 01 04 13 - Odpady powstające przy cięciu i obróbce postaciowej skał inne niż wymienione w 01 04 07;

- 01 04 81 - Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla inne niż wymienione w 01 04 80;
- 10 09 03- Żużle odlewnicze;
- 10 09 06 - Rdzenie i formy odlewnicze przed procesem odlewania inne niż wymienione w 10 09 05;
- 10 09 08 - Rdzenie i formy odlewnicze po procesie odlewania inne niż wymienione w 10 09 07;
- 10 09 10 - Pyły z gazów odlotowych inne niż wymienione w 10 09 09
- 10 09 12 - Inne cząstki stałe niż wymienione w 10 09 11
- 10 10 06 - Rdzenie i formy odlewnicze przed procesem odlewania inne niż wymienione w 10 10 05
- 10 10 08 - Rdzenie i formy odlewnicze po procesie odlewania inne niż wymienione w 10 10 07
- 10 10 10 - Pyły z gazów odlotowych inne niż wymienione w 10 10 09;
- 10 12 08 - Wybrakowane wyroby ceramiczne, cegły, kafle i ceramika budowlana (po przeróbce termicznej);
- 10 13 82 - Wybrakowane wyroby;
- 16 01 03 - Zużyte opony
- 16 11 04 - Okładziny piecowe i materiały ogniotrwałe z procesów metalurgicznych inne niż wymienione w 16 11 03
- 17 01 01 - Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów
- 17 01 02 - Gruz ceglany
- 17 01 03 - Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia
- 17 01 07 - Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglano-ceramicznego, odpadów materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06
- ex 17 01 80 - Tynki
- ex 17 01 81 - Elementy betonowe i kruszywa nie zawierające asfaltu;
- 17 05 08 - Tłuczeń torowy (kruszywo) inny niż wymieniony w 17 05 07;
- 19 09 02 - Osady z klarowania wody;
- 19 12 09 - Minerały (np. piasek, kamienie).

Maksymalna warstwa odpadów użytych do kształtowania skarp i korony składowiska powinna być mniejsza niż 25 cm (warunku tego nie stosuje się w przypadku wykorzystywania opon), odpady z podgrupy 17 01 oraz odpady o kodach 10 12 08, 10 13 82 przed ich zastosowaniem należy poddać kruszeniu.

Decyzję o zastosowaniu ew. konkretnego rodzaju odpadów pozostawiono w gestii Zarządzającego składowiskiem.

4.3. Odgazowanie:

Składowisko odpadów w Miechach nie posiada aktualnie instalacji odgazowującej, zabezpieczającej przed rozprzestrzenianiem się gazu składowiskowego. W związku z samoczynną emisją gazów, wzrastającą wraz z wiekiem składowiska, konieczna jest budowa ujęcia ochronnego w korpusie zdeponowanych odpadów, aby zebrać biogaz i ukierunkować jego wpływ. Rekultywowane składowisko będzie wyposażone w instalację do pasywnego odgazowywania. Budowę studni odgazowującej zakłada się przeprowadzić na etapie wykonywania okrywy rekultywacyjnej. Zaprojektowano 1 studnię gazową typu wierconego. Rura ssąca wykonana będzie z PEHD 80 ϕ 160 mm SN 8 z perforacją

szczelinową na całym obwodzie rury. Parametry jakościowe tworzywa zgodne z PN-EN 1555 1-5. W złożu odpadów wykonać należy odwiert metodą obrotową o średnicy $\phi 300$ mm i zarurować rurą stalową $\phi 300$ mm. W rurę $\phi 300$ mm włożyć należy rurę ssącą perforowaną $\phi 160$ mm, łączoną przy pomocy mufy. U dołu rura zamknięta będzie dospawanym denkiem. Odwiert należy zakończyć ok. 1 m nad dnem składowiska. Przestrzeń między rurą $\phi 300$ mm a rurą $\phi 160$ mm należy wypełnić żwirem płukanym frakcji 8/16 mm lub 16/32 mm o zawartości wapnia maks. 10%. Następnie należy wyciągnąć zewnętrzną rurę $\phi 300$ mm oraz wyrównać teren wokół głowicy. Głowice studni projektuje się ochronić studzienką wykonaną z PEHD. Na końcu studni należy zainstalować biofiltr torfowy z wylotem gazu do atmosfery.

Konstrukcję studni odgazowującej pokazano na rysunku.

Założony promień oddziaływania studni to 30 m. Lokalizację studni pokazano na planie.

4.4. Odwodnienie:

Odwodnienie zrehabilitowanej powierzchni składowiska realizowane będzie poprzez spływ powierzchniowy na tereny okalające. Biorąc pod uwagę zakładany zakres zabudowy biologicznej składowiska oraz niedużą powierzchnię uszczelnienia, z czasem będzie on niewielki.

5. REKULTYWACJA BIOLOGICZNA:

5.1. Założenia:

Rekultywacja biologiczna polega na odtworzeniu lub ukształtowaniu nowych biologicznych wartości użytkowych gleby. Zgodnie z Ustawą o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. nr 16/95 poz.78) rekultywacja winna nawiązywać do istniejących warunków biologiczno-glebowych.

Zaprojektowana warstwa rekultywacyjna stwarza dogodne warunki do rozwoju systemu korzeniowego roślinom na głębokość od 0,2 do 0,4 m.

Zabudowa roślinna powierzchni zrehabilitowanego składowiska ma za zadanie:

- stabilizację i zabezpieczenie przed erozją wodną warstwy rekultywacyjnej,
- zwiększenie parowania terenowej wody opadowej,
- nadanie terenowi składowiska estetycznego wyglądu.

Docelowy kierunek rekultywacji założono jako leśny. Jako pierwszy przewiduje się zabieg darniowania, zaś po jego pomyślnym wykonaniu i po ustabilizowaniu się warunków glebowo-biologicznych na składowisku, przewiduje się ewentualne wprowadzenie zakrzewień i zadrzewień terenu, z docelowym przyjęciem sukcesji naturalnej roślinności pochodzącej z otoczenia.

5.2. Zadarnianie. Dobór roślin:

Proponuje się przyjęcie jednej z dwóch nw. receptur mieszanek zadarniających:

I receptura:

- | | |
|-----------------------|-------------|
| ▪ rajgras wyniosły: | 18,0 kg/ha, |
| ▪ stokłosa: | 8,0 kg/ha, |
| ▪ wiechlina łąkowa: | 21,6 kg/ha, |
| ▪ kostrzewa czerwona: | 46,8 kg/ha, |
| ▪ koniczyna biała: | 2,8 kg/ha. |

Jako rośliny osłonowe dla zadarniających można zastosować nasiona rzepiku jarego lub ozimego w zależności od pory roku, w której zostanie zakończone wykonywanie uszczelnienia łącznie z warstwą glebotwórczą, ew. gorczycy albo perka. Ilość roślin osłonowych wysiewanych na 1 ha: 53 kg.

II receptura:

- Pierwszy obsiew - gorczyca biała 10 kg/ha,
- Drugi obsiew - trawy i rośliny motylkowe:
 - życica trwała i wielkokwiatowa 5 kg/ha,
 - kupkówka 3 kg/ha,
 - kostrzewa łąkowa 16 kg/ha,
 - kostrzewa czerwona 6 kg/ha,
 - lucerna siewna 15 kg/ha,
 - koniczyna białoróżowa 1 kg/ha.

Projektowana roślinność o szybkim czasie wzrostu stanowić ma ochronę powierzchni składowiska przed erozją wodną i wietrzną.

Siewy roślin osłonowych (motylkowych) oraz traw należy przeprowadzać, w miarę możliwości, przy użyciu hydrosiewnika.

O ile obsiew zadarniający miałby być wykonany inną techniką niż hydrosiewnikiem, obsianie powierzchni należy wówczas zabronować i uwałować walcem gładkim.

Na skarpach prace należy prowadzić przy pomocy sprzętu ręcznego. Prace wykonywane za pomocą sprzętu mechanicznego, należy prowadzić ostrożnie, aby nie uszkodzić warstwy rekultywacyjnej.

5.3. Zakrzewianie i zadrzewianie powierzchni zadawnionych:

Przewiduje się, że składowisko, niezależnie od wykonanych zabiegów rekultywacyjnych, pokrywać się będzie roślinnością pochodzącą z otoczenia tj. lasów, muraw, pól i zarośli charakterystycznych dla terenu gminy Miłki. Traktuje się to jako efekt pożądany i korzystny. Krzewy i drzewa, które wyrosną na powierzchni zrehabilitowanego składowiska w drodze sukcesji naturalnej należy pozostawić.

Po upływie minimum roku od zadarnienia wierzchowin i skarp można przeprowadzić planowe zakrzewianie i zadrzewianie powierzchni zadarnionych. Przed przystąpieniem do nasadzeń należy jednak sprawdzić, czy wierzchowina na skutek osiadania nie doznała odkształceń, które powodują powstawanie na niej zastoin wód opadowych. W przypadku, gdy ma to miejsce, z sadzeniem drzew i krzewów należy się wstrzymać na tym fragmencie do czasu przywrócenia stanu pierwotnego wierzchowinie, najlepiej przy użyciu ziemi uprawnej oraz odbudowaniu zadarnienia.

Ze względu na grubość zaprojektowanych warstw rekultywacyjnych, do nasadzeń należy zastosować gatunki roślin o płytkim systemie korzeniowym. Dlatego też do rekultywacji przyjęto następujące gatunki drzew:

- olsza czarna,
- olsza szara.

Z gatunków krzewiastych przyjęto:

- trzmielina brodawkowata,
- bez czarny,
- głóg jednoszyjkowy.

Do nasadzeń gatunków drzewiastych należy użyć sadzonek 2-letnich, I klasy jakości.

Stworzenie odpowiednich warunków wzrostu sadzonkom użytym do wykonania nasadzeń wymaga posadzenia ich w odpowiedniej rozstawie, która winna wynosić:

- dla olszy czarnej i olszy szarej: 1,5 x 1,5 m,
- dla gatunków krzewiastych: trzmieliny i bzu - w rzędach.

Materiał sadzeniowy olszy czarnej, olszy szarej, bzu czarnego oraz trzmieliny brodawkowatej musi być dostarczony na teren budowy na kilka dni przed planowanym terminem sadzenia.

Możliwe są 2 terminy sadzenia:

- wiosna – po rozmarznięciu gleby,
- jesień.

Po dostarczeniu na budowę materiał sadzeniowy musi zostać zadołowany. Ma to na celu uniknięcie przesuszenia korzeni roślin. Wielkość dołu przeznaczanego do krótkotrwałego, wynoszącego do 6 dni, przechowywania materiału sadzeniowego wynosi:

- głębokość od 50 do 80 cm,
- szerokość od 150 do 200 cm,
- długość zależnie od wielkości i liczby sadzonek.

Zadaniem rosnących na zrehabilitowanym składowisku drzew i krzewów, oprócz poprawy walorów estetycznych i krajobrazowych, będzie wzmocnienie stateczności zboczy hałdy odpadów poprzez powiązanie systemami korzeniowymi warstw rekultywacyjnych oraz pobieranie systemami korzeniowymi wód deszczowych w celu osiągnięcia efektu ograniczenia objętości spływu powierzchniowego. Wykorzystuje się tutaj potrzeby szybko rosnących gatunków drzew, które dla wytworzenia 1kg suchej masy swojej tkanki potrzebują przetranspirować od 500 do 700 dm³ wody.

5.4. Zabiegi agrotechniczne:

5.4.1. Nawożenie mineralne:

Należy je wykonywać w 4 do 6 tygodni po utworzeniu warstwy rekultywacyjnej, a w 2 do 3 tygodni przed siewem nasion.

Orientacyjna ilość nawozów winna być następująca:

- 150 kg/ha P₂O₅ w postaci fosforanu amonu, tj. 930 kg/ha nawozu handlowego,
- 100 kg/ha N w postaci saletry amonowej, tj. 290 kg/ha nawozu handlowego,
- 100 kg/ha K₂O w postaci 40% soli potasowej, tj. 200 kg/ha nawozu handlowego,
- 30 kg/ha MgSO₄ lub dolomitu.

5.4.2. Siew:

Najlepsze wschody roślin i rozwój roślinności zapewni siew wczesnowiosenny, tj. do 10 kwietnia, można go również wykonać od 3 dekady sierpnia do 1 dekady września, jednak rozwój siewu w większym stopniu będzie uzależniony od warunków atmosferycznych. Można stosować wsianie krzyżowe: roślina ochronna wzdłuż, a mieszanka traw i roślin motylkowych poprzecznie.

5.5. Wytyczne konserwacji i napraw rekultywacji biologicznej:

Do zabiegów konserwacyjnych rekultywacji biologicznej zalicza się:

- koszenie traw i usuwanie pokosów,
- uzupełnianie obsiewów,
- uzupełnianie ubytków erozyjnych i zapadlisk,
- uzupełnianie sadzonek roślin,

- nawożenie uzupełniające.

Zaleca się dokonać pierwszego koszenia przed wykłoszeniem się traw, aby pobudzić rośliny do intensywnego wzrostu wegetatywnego i zagęszczenia się darni. Następne koszenie prowadzić po wykłoszeniu się traw, co będzie sprzyjać samoobsiewaniu i naturalnemu zagęszczaniu się darni. Pokos należy zostawić na kilka dni do wysypu nasion.

W następnych latach po zakończeniu rekultywacji należy:

- w ciągu pierwszych 3 lat trzykrotnie kosić trawy oraz obsiewać mieszanką zadarniającą połacie, gdzie nastąpiło wypadanie roślin,
- "dokarmiać" trawy i krzewy nawozami sztucznymi – nawozami azotowymi i potasowymi 2 razy oraz nawozami fosforowymi 1 raz w ciągu roku, uważając jednak by roczna zawarta w nich łącznie dawka azotu nie przekraczała wartości 20 kg/ha,
- zabronić wypasania zwierząt na terenie zrekultywowanego składowiska,
- w ciągu 3 lat po ew. zadrzewieniu lub zakrzewieniu powierzchni składowiska, raz do roku (na wiosnę) kontrolować stan sadzonek. Rośliny, które w tym czasie wypadły, należy uzupełniać nowymi nasadzeniami.

6. KONTROLA ZREKULTYWOWANEGO SKŁADOWISKA:

Należy liczyć się z powstawaniem, na skutek osiadania odpadów, deformacji powierzchni zrekultywowanego składowiska. Jeżeli deformacje te nie będą pociągały za sobą powstawania zastoisk wody, to nie będzie potrzeby ich korygowania, ponieważ powierzchnia zrekultywowana będzie bardziej przypominać naturalny teren. Deformacje powodujące powstawanie zastoisk trzeba będzie korygować przez wypełnianie ich, najlepiej mineralnym gruntem uprawnym i zadarnianie trawami.

Wszystkie rośliny wieloletnie, które w warunkach naturalnej sukcesji wyrosną na składowisku zaleca się zachować. Ich pielęgnacja będzie minimalna i w zasadzie ograniczy się do ew. nawożenia nawozami mineralnymi w pierwszych latach po zakończeniu rekultywacji.

Do zabiegów kontrolnych zalicza się ponadto prowadzenie monitoringu efektów rekultywacji opartego o analizy laboratoryjne właściwości wód gruntowych, obserwacje szaty roślinnej oraz stanu bezpieczeństwa geotechnicznego.

Dokumentacja zakłada prowadzenie monitoringu składowiska zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz. U. Nr 220, poz. 1858) przez okres 30 lat, licząc od dnia uzyskania decyzji o zamknięciu składowiska odpadów.

Monitoring w fazie poeksploatacyjnej polega na:

- a) badaniu wielkości opadu atmosferycznego z pomiarów prowadzonych na terenie składowiska odpadów lub poza nim, o ile w trakcie oceny stanu wyjściowego lub procedury zamknięcia składowiska odpadów wskazano stację meteorologiczną reprezentatywną dla lokalizacji składowiska odpadów.
- b) pomiarze poziomu wód podziemnych;
- c) kontroli osiadania powierzchni składowiska odpadów w oparciu o ustalone repere;
- d) badaniu parametrów wskaźnikowych, ustalonych zgodnie z § 3 ust. 1 pkt. 4 i 5 cyt. Rozporządzenia, w wodach powierzchniowych, ociekowych, podziemnych i gazie składowiskowym.

Badanie wielkości opadu atmosferycznego w fazie poeksploatacyjnej odbywa się raz dziennie.

Zakres parametrów wskaźnikowych oraz minimalną częstotliwość badań wód powierzchniowych, odciekowych, podziemnych oraz gazu składowiskowego w fazie poeksploatacyjnej składowiska odpadów określa załącznik do cytowanego Rozporządzenia, z tym, że 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, o których mowa w § 5 pkt 4 Rozporządzenia, nie rzadziej jednak niż raz na 2 lata, a dla przewodności elektrolitycznej właściwej nie rzadziej niż raz na rok.

Pomiar wielkości przepływu i składu płynących wód powierzchniowych, o ile występują one w bezpośrednim otoczeniu składowiska odpadów, odbywa się w nie mniej niż dwóch punktach: jeden w górnym biegu każdego cieku, powyżej składowiska odpadów, drugi w dolnym biegu, poniżej składowiska odpadów.

Pomiar objętości i składu wód odciekowych odbywa się w każdym miejscu ich gromadzenia.

Pomiar emisji gazu składowiskowego odbywa się w reprezentatywnych częściach składowiska odpadów, ustalonych w instrukcji eksploatacji składowiska odpadów, w miejscach jego gromadzenia, przed wlotem do instalacji oczyszczania i wykorzystania lub unieszkodliwiania gazu składowiskowego.

W związku z powyższym po analizie warunków lokalizacyjnych składowiska odpadów w Miechach, proponuje się następujące punkty prowadzenia monitoringu w fazie poeksploatacyjnej:

- Badanie wielkości opadu atmosferycznego - w oparciu o wskazaną przez zarządzającego składowiskiem stację meteorologiczną, reprezentatywną dla lokalizacji składowiska.
- Pomiar poziomu wód podziemnych - w oparciu o zaprojektowane, przewidziane do wykonania piezometry (5 szt.).
- Kontrola osiadania powierzchni składowiska odpadów - w oparciu o ustalony przez właściwe służby geodezyjne reper roboczy - na reper proponuje się kryżę jednego z wykonanych piezometrów o znanej rzędnej.
- Badaniu parametrów wskaźnikowych w wodach podziemnych - w oparciu o zaprojektowane, przewidziane do wykonania piezometry (5 szt.).
- Badanie parametrów wskaźnikowych w wodach powierzchniowych - nie będzie prowadzone z uwagi na brak wód powierzchniowych w pobliżu składowiska.
- Pomiar objętości i składu wód odciekowych - nie będzie prowadzony z uwagi na brak instalacji ujęcia i gromadzenia odcieków.
- Badanie parametrów wskaźnikowych w gazie składowiskowym - w oparciu o wykonaną na składowisku studnię odgazowującą.

Przewiduje się badanie następujących parametrów:

- Dla gazu składowiskowego przewidywany jest monitoring następujących substancji:
 - a) metan (CH_4);
 - b) dwutlenek węgla (CO_2);
 - c) tlen (O_2).
- Dla wód podziemnych przewidywany jest monitoring następujących parametrów wskaźnikowych:
 - a) odczyn (pH);

- b) azot Kjeldahla ($N_{\text{Norg}} + N_{\text{NH}_4}$);
- c) azot azotanowy;
- d) azot azotynowy;
- e) azot amonowy
- f) fosfor ogólny;
- g) zasadowość ogólna;
- h) adsorbowalne związki chloroorganiczne AOX;
- i) przewodność elektrolityczna właściwa;
- j) ogólny węgiel organiczny (OWO);
- k) zawartość poszczególnych metali ciężkich (Cu, Zn, Pb, Cd, Cr^{+6} , Ni, Hg);
- l) zawartość żelaza (Fe^{+2} , Fe^{+3}),
- m) cyjanki wolne;
- n) suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA);
- o) pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT_5);
- p) chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT_{Cr});
- q) liczba bakterii gr. coli.

7. UWAGI KOŃCOWE:

Należy zapewnić w trakcie rekultywacji nadzór geodezyjny i geotechniczny. Odstępstwa od przyjętych technologii winny być uzgadniane z autorem dokumentacji.

Opracował:



Mgr inż. Sławomir Hebel