

Spis treści

1. Wiadomości wstępne
 - 1.1. Podstawa opracowania
 - 1.2. Zakres opracowania
 - 1.3. Wykorzystane materiały
2. Warunki terenowe i gruntowo-wodne w obrębie budowy kwatery
3. Rozwiązania projektowe
 - 3.1. Podstawowe parametry techniczne projektowanej kwatery
 - 3.2. Makroniwelacja terenu i przygotowanie niecki kwatery składowej (dna i skarp)
 - 3.3. Uszczelnienie dna i skarp kwatery
 - 3.4. Instalacja ujmowania i odprowadzania odcieku z kwatery składowej
 - 3.5. Studnie odgazowujące
 - 3.6. Zjazd do kwatery
 - 3.7. Umocnienia powierzchni gruntowych
4. Wpływ projektowych prac na obiekty i tereny przyległe
5. Podstawowe przepisy i normy dotyczące wykonywanych robót

1. Wiadomości wstępne

1.1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi zlecenie Związku Komunalnego Biebrza – „BIOM” sp. z o.o. z dnia 01-10-2009 oraz notatka służbowa z dnia 15-09-2009r.

1.2. Zakres opracowania

Z ustaleń z Zamawiającym (dokumenty j.w.) wynika, że przedmiotem opracowania będzie Projekt Wykonawczy obejmujący aktualizację i wprowadzenie nieistotnych zmian do realizowanego projektu Budowlano-Wykonawczego na rozbudowę komunalnego składowiska odpadów stałych w Koszarówce, gm. Grajewo wg pozwolenia na budowę wydanego przez Starostę Powiatowego w Grajewie decyzją Nr 3-39/2002 z dnia 14-10-2002 r.

Aktualizacja i zmiany w/w projektu budowlanego obejmują:

- dostosowanie uszczelnienia podłoża kwater składowych do wymogów wynikających z Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska z dnia 24-03-2003 r. (Dz. U. Nr62 poz. 549),
- likwidacja grobli działowej pomiędzy kwaterami I i II w wyniku czego powstanie jedna kwatera składowa o zwiększonej pojemności eksploatacyjnej z podziałem na dwa sektory składowania,
- zwiększenie warstwy drenażowej z 0,40m na 0,50m zgodnie z wymaganiami w/w rozporządzenia,
- dostosowanie zakresu makroniwelacji podłoża kwatery do zmienionego ukształtowania terenu powstałego w wyniku prowadzonej eksploatacji kruszywa i składowiska odpadów

Autorzy niniejszego opracowania będący autorami projektu budowlanego, wg którego będzie realizowana inwestycja stwierdzają, że wprowadzone zmiany do projektu budowlanego zgodnie z art. 36a ust. 5 Prawa Budowlanego (Dz. U. Nr 1562 2006r. z p. z.m.) są nieistotnymi, nie wymagającymi zmiany pozwolenia na budowę.

Niniejsze opracowanie nie obejmuje zmian w zakresie rowów opaskowych i zieleni izolacyjnej o których mowa w w/w notatce z dnia 01-10-2009 z uzasadnieniem j.n:

- kwatera zlokalizowana jest w terenie wyniesionym, zbudowanym z gruntów dobrze przepuszczalnych (wyróbisko kruszywa) o głębokim poziomie wody gruntowej, w związku z tym nie ma potrzeby zabezpieczania go przed wpływem obcych wód powierzchniowych, ani ujmowania i odprowadzania wód gruntowych,

- w istniejących warunkach lokalizacyjnych i własnościowych, przewidywana w projekcie zagospodarowania zieleni izolacyjna (obiekt Nr 21 wg proj. budowlanego) o minimalnej szerokości 10m stworzą wystarczającą barierę izolacyjną sanitarno - higieniczną. Przewiduje się, że obiekty i roboty nie ujęte niniejszym opracowaniem będą wykonane wg zatwierdzonego projektu budowlanego.

Wykorzystane materiały

- [1] – Projekt Budowlano - Wykonawczy „Rozbudowa Komunalnego Składowiska Odpadów Stałych w Koszarówce gm. Grajewo.” – Arka Konsorcjum – 2001 r.
- [2] – Prawo budowlane – ustawa z dnia 7-07-1994r. – jednolity tekst (Dz. U Nr 156 z 2006r. poz. 1186 z p.zm)
- [3] – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24-03-2003, w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy eksploatacji i zamknięcia jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. Z 2003 Nr 61 p. 549)
- [4] – Zasady budowy składowisk odpadów – Instytut Techniki Budowlanej – 2009 r.
- [5] – Mapa syt. wysokościowa w skali 1:1000 dla celów projektowania aktualizacja z 27 lipca 2009r. rejonu kwatery – wykonawca Andrzej Pytel – geodeta uprawnienia nr 1473.
- [6] – Dokumentacja hydrogeologiczna – Arka Konsorcjum 2002
- [7] – Dokumentacja geologiczno-inżynierska – Arka Konsorcjum 2002
- [8] – Raport o oddziaływaniu na środowisko dla planowanej budowy Regionalnego Zakładu Zagospodarowania Odpadów Komunalnych – Składowisko Odpadów Stałych w m. Koszarówka gm. Grajewo – mgr. Inż. Halina Karmolińska-Słotkowska mgr. Inż. Łukasz Kubisz – Poznań 2008

2. Warunki terenowe i gruntowo wodne w obrębie budowy kwatery

Z opracowanych dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno inżynierskiej (6 i 7) wynika, że w rejonie inwestycji występują utwory czwartorzędowe pochodzenia wodnolodowcowego w postaci piasków drobnych, pospółek i glin piaszczystych o urozmaiconym składzie mechanicznym. Wierzchnią warstwę tych utworów stanowią antropogeniczne nasypy i lokalnie naturalne gleby wykształcone z miejscowych materiałów (przeważnie piasków). Wody gruntowe obserwowane były sporadycznie w postaci bardzo słabych sączeń na różnych głębokościach na kontakcie warstw piaszczystych i gliniastych. W trakcie badań i wizji terenowych nie obserwowano miejsc stagnowania wody powierzchniowej jak również tworzenia się zastoisk z wodą pochodząca z odcieków z eksploatowanej kwatery. W trakcie wykonywania w 1991r. piezometrów stwierdzono występowania swobodnego zwierciadła wody gruntowej o rzędnych 118,00 i 119,00 m n.p.m. tj. znacznie niżej od projektowanego dna kwatery zaprojektowanego na poziomie uszczelnienia min. 120,70 m n.p.m. Materiał gruntowy występujący w rejonie inwestycji nie spełnia wymogów naturalnej bariery geologicznej określonej w Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska z dnia 24-03-2003, co wskazuje na potrzebę zaprojektowania sztucznej bariery geologicznej.

3. Rozwiązania projektowe

3.1. Podstawowe parametry techniczne projektowanej kwatery

- powierzchnia kwatery w dnie	1,93ha
- powierzchnia kwatery po wewnętrznej krawędzi grobli	2,65 ha
- szerokość korony grobli (bez dróg)	3,0 m
- szerokość korony grobli (z drogami)	5÷10m
- zagłębienie dna kwatery w stosunku do korony grobli średnio	3,5 m
- nachylenie skarb wewnętrznych	1:3
- nachylenie skarp zewnętrznych	1:2,5÷1:3

Uszczelnienie kwatery

- warstwa sztucznej bariery geologicznej o współczynniku filtracji $k \leq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ o grubości	$h = 0,5 \text{ m}$
- izolacja syntetyczna – geomembrana PEHD	gr. 2mm
- geowłóknina ochronna o gramaturze	1000g/m ²
- powierzchnia uszczelnienia	29 056,00m ²

Drenaż odcieku

- | | |
|--|-----------------------|
| - rurociągi PEHD – Dn 300 perforowane | 623 m |
| - rurociągi PEHD – Dn 300 pełne – zbiorcze i przez groblę | 235 m |
| - rurociągi PEHD – Dn 300 pełne – na skarpie jako rury inspekcyjne | 58 m |
| - nasypy drenażowe rurociągów, granulacja 16/32 mm | 1 205 m ³ |
| - warstwa drenażu powierzchniowego $k \geq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$, $h = 0,5 \text{ m}$ | 13 492 m ³ |

Ogólna kubatura

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| - wykopy (makroniwelacja) | 70 876 m ³ |
| - nasypy (makroniwelacja) | 11 813 m ³ |

3.2. Makroniwelacja terenu i przygotowanie niecki kwatery składowej (dna i skarp)

Do prac związanych z makroniwelacją terenu i przygotowaniem niecki kwatery składowej należy przystąpić po wytyczeniu w terenie podstawowych jej elementów,

- osie grobli,
- obrys zewnętrzny,
- dno kwatery, itp.

W ramach tych prac przewiduje się:

- usunięcie istniejących zadrzewień i zakrzaczeń,
- usunięcie z powierzchni przewidzianej pod kwaterę materiałów nie stanowiących gruntu rodzimego i nie nadających się do budowy nasypów (gruz, odpady) z przeznaczeniem do ewentualnego wykorzystania na składowisku,
- usunięcie (z niewielkiej części nie przekształconego terenu) ziemi urodzajnej do wbudowania w zewnętrzne powierzchnie grobli,
- przemieszczenie i zagęszczenie mas ziemnych dla uzyskania przewidzianych parametrów kwatery składowej, z zachowaniem projektowanych rzędnych grobli, spadków podłużnych i poprzecznych dna kwatery tworzących podłoże dla warstw uszczelniających.

Wykonując nasypy ogroblowania kwatery i nie tylko, należy zwracać uwagę aby nie wbudowywać:

- materiałów ilastych i zwięzłych o granicy płynności $WL > 65\%$
- gruntów pęczniejących i zamarzniętych, gruntów zanieczyszczonych gruzem i częściami roślinnymi
- gruntów organicznych.

Nasypy należy budować równomiernymi warstwami o miąższości do 30cm i zagęszczać walcami kołkowymi. Wilgotność gruntów wbudowywanych w nasypy powinna być

zbliżona do wilgotności optymalnej ($W_{opt.}$) którą należy wyznaczyć w drodze badań laboratoryjnych.

Skarpy wewnętrzne grobli i dno niecki, na których układana będzie warstwa uszczelnienia mineralnego powinny być wyrównane i zagęszczane do osiągnięcia wymaganych parametrów. Zagęszczenie gruntów w nasypach i zasypach (załadowaniach) powinno być oceniane wskaźnikiem zagęszczenia I_s wg wzoru

$$I_s = \frac{P_d}{P_{ds}}$$

gdzie:

P_d - gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (g/cm^3),

P_{ds} – maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego uzyskana na podstawie badań zagęszczalności w aparacie Proctora (g/cm^3).

Wymagany wskaźnik zagęszczenia wbudowanych gruntów powinien wynosić

$I_s \geq 0,95$. Zagęszczenie każdej pobranej próbki gruntu o nienaruszonej strukturze NNS zagęszczonej warstwy powinno spełniać warunek $I_s \geq 0,95$.

W obszarze projektowanej kwatery, od strony północno-wschodniej, na powierzchni ca 0,5 ha w sąsiedztwie z istniejącą kwaterą składową znajdują się złożone odpady o miąższości śr. 5,5m o szacowanej ilości 18700 m³, które należy usunąć w ramach makroniwelacji, na powierzchnię eksploatowanej kwatery.

3.3. Uszczelnienie dna i skarp kwatery

Uszczelnienie dna i wewnętrznych skarp kwatery składowej ma na celu zapobieżenie przedostawaniu się odcieków w podłoże i zanieczyszczaniu wód gruntowych.

Musi być ono zatem skuteczne (o odpowiednio niskich współczynnikach przepuszczalności) i trwałe (odporne na odkształcenia pod wpływem ciężaru i osiadania składowanych odpadów).

Przeprowadzone badania geologiczne terenu na którym zlokalizowana jest projektowana kwatera I i II (obiekt nr 16 i 17) wykazały, że występujące w podłożu grunty nie spełniają warunków określonych w § 5.1 i 5.2. Rozporządzenia Ministerstwa Środowiska z dnia 24.03.2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. Ustaw Nr 61 poz. 549 z dnia 24.03.2003r.) a w szczególności:

- ciągłości warstwy naturalnej bariery geologicznej o miąższości nie mniejszej niż 1m o współczynniku filtracji $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s,

gdyż zalegające na głębokości od 2,5 - 3,0 m poniżej dna kwatery gliny piaszczyste z przewarstwieniami żwiru nie spełniają w/w warunków. Dlatego też budowa nowej kwatery wymaga budowy sztucznej bariery geologicznej. Uwzględniając spełnienie warunków o których mowa, zaprojektowano wielowarstwowe mineralno- syntetyczne uszczelnienie jej dna i skarp. Uszczelnienie to składać się będzie zatem, licząc od podłoża z następujących warstw:

- 1) Warstwa uszczelnienia mineralnego o współczynniku $k \leq 10^{-9}$ m/s i grubości 0,5m, która stanowić będzie tzw. **sztuczną barierę geologiczną**.
- 2) Druga warstwa uszczelnienia będzie z geomembrany PEHD gr. 2mm (w dnie gładka a na skarpach obustronnie uszorstkowiona) jako **izolacja syntetyczna**.
- 3) Trzecia warstwa z geowłókniny igłowanej o gramaturze 1000g/m² jako ochronna dla **izolacji syntetycznej**.

W opracowanym projekcie przewiduje się wykonanie sztucznej bariery geologicznej do wyboru w 2 dwóch wariantach, w zależności od możliwości pozyskania glin (iłów) lub, z mieszaniny bentonitowo - gruntowej o parametrach technicznych równoważnych w porównaniu do bentonitu Wolclay.

Wariant I

W tym wariantcie przewiduje się wykonanie bariery geologicznej z gliny (iłu) przy czym użyty do wykonania materiał musi wykazywać wysoki stopień plastyczności. Na przysłony filtracyjne tego typu nadają się grunty gliniaste wykazujące co najmniej następujące właściwości fizyczne:

- zawartość cząstek ilastych nie mniejsza niż 20%
- brak frakcji grubszych, głazów, ziaren żwirowych a 60% materiału powinno być drobniejsze od frakcji piaskowej,
- wskaźnik plastyczności 20%,
- granica płynności 30%,
- zawartość węgla wapnia do 10%,
- zawartość substancji organicznej do 3%.

Parametry średnie materiału ze złoża należy ustalić na co najmniej 10 próbkach charakteryzujących te partie gruntu. Po wstępnym zaakceptowaniu materiału należy wykonać badania współczynnika filtracji dla minimum 5 próbek, zagęszczając metodą Proctora. Ponieważ formowanie przesłony z gruntu ilastego jest trudne i wymaga, oprócz prawidłowego doboru materiału, również doboru odpowiedniego sprzętu i zasad wykonawstwa, w tym określonych warunków atmosferycznych, badania poprzedzające

wyбір powinny zostać potwierdzone na poletku badawczym zlokalizowanym na budowie.

Minimalne wymiary poletka powinny wynosić 8,0x10,0 m a sposób przeprowadzenia na nim badań winien być zgodny z instrukcją ITB 337/95.

Wariant II

W tym przypadku przewiduje się wykonanie sztucznej bariery geologicznej z mieszaniny bentonitowo – gruntowej. Bentonit sodowy w mieszaninie z gruntem przepuszczalnym ma na celu obniżenie w całej warstwie przewodności hydroizolacyjnej. Wykonanie przesłony z takiej mieszaniny należy również poprzedzić wyczerpującymi badaniami zastosowanego gruntu mineralnego, określając w nim jego: uziarnienie, wilgotność, stopień zagęszczenia, potrzebną ilość dozowanego bentonitu, itp. Wilgotność optymalną gruntu oraz stopień zagęszczenia określić należy wg standardowych badań w aparacie Proctora (zgodnie z PN - 88/B-04481). Na podstawie wykonanych powyżej badań podłoża oraz wykresów do określenia wilgotności optymalnej z krzywej zagęszczenia Proctora wyznaczona zostanie optymalna wilgotność oraz ciężar objętościowy szkieletu gruntowego w kN/m^3 .

Na podstawie uzyskanych wyników badań, laboratorium gruntoznawcze sporządzi protokół technologiczny przesłony bentonitowo-gruntowej zawierający wszystkie szczegółowe elementy niezbędne do jej właściwego wykonania. Mieszanie – składników można w tym wypadku zrealizować na 2 sposoby:

- mieszając bentonit z gruntem na miejscu wbudowania,
- mieszając bentonit z gruntem w węźle betoniarskim.

W obydwu przypadkach po doprowadzeniu homogenicznej mieszaniny do wilgotności optymalnej możliwe jest zagęszczenie jej do wymaganego stopnia.

Uwzględniając warunki miejscowe w tym usprzętowanie wykonawcy należy przesądzić o sposobie mieszania bentonitu z gruntem tj. czy mieszać w węźle mieszalniczym czy też bezpośrednio na miejscu wbudowania. Węzeł mieszalniczy może być adaptowanym węzłem betoniarskim zlokalizowanym w sąsiedztwie miejsca realizacji robot. Dokładne dozowanie składników (gruntu, bentonitu oraz wody) ich staranne wymieszanie pozwoli na otrzymanie homogenicznej masy. Drugi sposób polega na dokładnym rozprowadzeniu granulatu bentonitowego na powierzchni przetworzonego gruntu i wymieszaniu na odpowiednią głębokość z zastosowaniem samojezdnych lub samobieżnych mieszarek gruntów. Ta metoda jest częściej stosowana z powodu

niższych kosztów, ale większą jednorodność zapewnia jednak wykonanie mieszanki w odpowiednim węźle.

Mieszanie w węźle

Zazwyczaj w zestawie mieszalniczym znajdują się 2 zasobniki jeden gruntu i jeden bentonitu. Pod zbiornikami przebiega taśmociąg na którym dozowane są w odpowiednich ilościach wymienione składniki. Taśmociąg przenosi grunt z bentonitem do komory mieszania, gdzie dodaje się podaną w recepturze ilość wody. Po uzyskaniu odpowiedniej homogeniczności mieszanki przewożona jest samochodem na miejsce wbudowania, gdzie zostaje rozproszona po powierzchni przy użyciu typowej wykładarki lub w przypadku układania na skarpach przy użyciu spycharek lub innych maszyn.

Mieszanie na miejscu

Do mieszania bentonitu z gruntem w miejscu wbudowania można stosować mieszarki do stabilizacji gruntów lub odpowiedni sprzęt rolniczy. W tym wypadku grunt należy spulchnić np. przez kilkakrotny przejazd glebogryzarki albo kultywatora. Po czym – o ile jest taka potrzeba jeszcze przed dodaniem bentonitu, grunt należy doprowadzić do odpowiedniej wilgotności. Na spulchniony grunt o wymaganej w recepturze wilgotności nanosi się bentonit. Jego dozowania można dokonać na kilka sposobów. Jeden z nich polega na oznaczeniu działki roboczej o powierzchni wynikającej z przeliczenia pojemności opakowań worków bentonitu i rytmu ich rozłożenia na powierzchni zapewniającej osiągnięcie dysponowanej w recepturze dawki. Np. jeżeli dawka wynosi 25kg/m^2 a bentonit dostarczany jest w workach po 50 kg wówczas jedno opakowanie przypada na $2,0\text{m}^2$. Dla przykładu 200 worków rozłożonych na powierzchni o bokach $10 \times 40 \text{ m}$ zapewnia dawkę dysponowaną w recepturze. Rozścielanie bentonitu mechanicznie za pomocą rozsypywarki jest dokładniejsze a przede wszystkim szybsze. Do sprawdzenia właściwego ustawienia wydatku rozsypywarki użyć można płytkiej skrzynki o wymiarach $1,0 \times 1,0 \text{ m}$, którą należy najpierw zważyć a następnie ułożyć w gruncie w miejscu dozowania bentonitu. Rozsypywarka przejeżdżając nad skrzynką dozuje bentonit z ustawionym wydatkiem. Zapelniona skrzynka jest następnie ważona, a odczyt po odjęciu wagi skrzynki daje uzyskaną dawkę bentonitu w kg/m^2 . Nastawiony wydatek urządzenia powinien przez kolejne próby, zostać tak dobrany, aby odpowiadał dawce bentonitu w podanej recepturze.

Zagęszczenie

Doziarniony grunt powinien zostać starannie zagęszczony do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia minimum 0,95. Jego wilgotność w trakcie zagęszczania powinna być zbliżona do wilgotności optymalnej określonej w laboratorium gruntowym. Wszystkie parametry zagęszczenia powinny być na bieżąco kontrolowane i w miarę potrzeby korygowane. Przy zagęszczaniu każdej warstwy, której grubość nie powinna przekraczać 15cm, należy przestrzegać równomierności zagęszczenia każdej z nich, głównie poprzez kontrolę liczby przejazdów sprzętu zagęszczającego. Odpowiednio dobrany sprzęt powinien maksymalizować energię zagęszczenia i zdolność mieszanki do zagęszczania.

Rodzaj walca, jego ciężar i liczba przejść są czynnikami zasadniczymi koniecznymi do ustalenia w instrukcji wykonawczej i stale powinny być weryfikowane przez bieżące badania laboratorium polowego.

Obiekty przechodzące przez osłonę izolacyjną

Dla zapewnienia szczelności styków przesłony z przenikającymi ją elementami takimi jak np. rurociągi odcieków (pełne) przez ogroblowanie należy rozłożyć i zagęścić mieszaninę bentonitowo-gruntową możliwie dokładnie i jak najbliżej tego elementu. Następnie w miejscach styku wykonać w przeponie bruzdy o szer. i gł. około 10cm, a zagłębienia te należy wypełnić mieszanką bentonitowo-gruntową o składzie 4:1 (4 części gruntu na 1 część bentonitu) i dokładnie zagęścić. Bruzdy można wypełnić również samym bentonitem.

Zapewnienie jakości wykonania

Zakres kontrolny badań wykonywanych przesłon bentonitowo-gruntowych jest taki sam jak przy wykonywaniu tradycyjnych przesłon z gruntów ilastych.

Orientacyjne dawki bentonitu dodawane do gruntu.

Wielkość dawki bentonitu dodawanej do przepuszczalnego gruntu w celu zmniejszenia jego współczynnika wodoprzepuszczalności do $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s zależy od rodzaju i ciężaru objętościowego gruntu. Wielkość dawki winna być dobrana indywidualnie, po przeprowadzeniu wymienionych powyżej badań doświadczalnych w laboratorium. Orientacyjna wielkość dawek wynosi:

- dla piasku gliniastego 4-6% wagowych,
- dla gliny 2-3% wagowych.

Ochrona wykonanej przesłony bentonitowo-gruntowej

Dla ochrony wykonanej osłony bentonitowo-gruntowej przed erozją (intensywne deszcze) lub zbyt mocnym wysychaniem (podczas wysokich temperatur) do czasu układania kolejnych warstw uszczelnienia (z geomembrany) wskazane jest przesłonę przykryć cienką folią i przycisnąć. Czynności te należy wykonać bezpośrednio po wykonaniu w/w przesłony.

Izolacje syntetyczne – geomembrana PEHD

Drugą warstwą uszczelniającą będzie geomembrana PEHD gr. 2mm. Biorąc pod uwagę projektowaną wysokość ogroblowania niecki - kwatery składowej na wewnętrznych skarpach zaprojektowano geomembranę PEHD o gr. 2mm – obustronnie strukturyzowaną (uszkorstkowaną) wydłużając to uszczelnienie w dnie w pasie o szerokości 1,0m na dnie przy dolnej krawędzi skarp. Pozostałą powierzchnię dna zaprojektowano uszczelnić geomembraną PEHD gładką o gr. 2mm.

Zastosowana geomembrana PEHD powinna charakteryzować się następującymi właściwościami fizyko-mechanicznymi:

- gęstość właściwa $> 0,94 \text{ g/cm}^3$,
- grubość – 2 mm,
- ciężar – 1880 g/m^2 ,
- wymiary w rulonie – szer. powyżej 4,7 m; długość 100 m,
- naprężenia przy granicy plastyczności (MPa),
 - wzdłuż > 15 ,
 - poprzek > 15 ,
- wydłużenie względne przy granicy plastyczności (%),
 - wzdłuż ≥ 12 ,
 - poprzek ≥ 12
- maksymalne naprężenia przy rozciąganiu (N/mm^2),
 - wzdłuż ≥ 16 typowa dla PEHD,
 - poprzek ≥ 16 typowa dla PEHD,
- wydłużenie względne przy rozciąganiu w procentach,
 - wzdłuż $> 700\%$ gładka; 300% uszkorstkowana,
 - poprzek $> 700\%$ gładka; 300% uszkorstkowana,
- maksymalna siła przy przebiciu (CBR) w kN, więcej niż 5,4 kN

Kąt tarcia powierzchniowego na styku geomembrana a geowłókna powinien wynosić $\leq 35^\circ$. Powierzchnię uszczelnienia netto tak w dnie jak i na skarpach wraz z zakotwieniem w rowach kotwiących podano w przedmiarze robót, natomiast ilość potrzebnej geomembrany gładkiej i uszorstkowanej z uwzględnieniem strat normatywnych w tym na zakładki podano w zestawieniu materiałów przyjmując normatyw zużycia wg KNNR. Zakotwienie syntetycznych materiałów (geomembrany, geowłókny) wykonane będzie na koronie ograbowania w rowie kotwiącym o wymiarach podanych na rysunku zał. Nr 8.

Wytyczne wykonania uszczelnień z geomembrany PEHD

Przy wykonywaniu uszczelnień z geomembran PEHD stosować się należy do wytycznych PN/B-10290 a w szczególności:

- zastosowane geomembrany winny posiadać odpowiednią aprobatę I.T.B. lub znak CE oznaczający, że materia może być stosowany na terenie UE,
- deklaracje producenta o zgodności materiału z Aprobata Techniczną,
- jakości przygotowanego do uszczelnienia podłoża gruntowego (protokół z odbioru podłoża),
- kontroli jakości wykonanych zgrzewów (spoin),
- zakresu dokumentacji powykonawczej stanowiącej podstawę do odbioru wykonanego uszczelnienia.

Zaleca się by wykonanie uszczelnienia z geomembran powierzyć firmie specjalistycznej, która posiada odpowiednie doświadczenia w realizacji tego typu robót (wykwalifikowanych pracowników oraz wymagane wyposażenie w maszyny zgrzewające jak i maszyny towarzyszące). Do wykonywania spoin (zgrzewów) łączących poszczególne pasma geomembran należy stosować metodę termiczną używając zgrzewarek samojezdnych wykonujących zgrzewy dwutorowe z tzw. kanałem kontrolnym. Do wykonywania połączeń pasów geomembran w tzw. miejscach trudno dostępnych oraz wszelkiego rodzaju obróbek szczelnych (np. łat na łączeniu pasm) stosować należy metodę ekstruzyjną. Uszczelnienie z geomembran winno być wykonywane przy temp. powietrza od +5 do około + 27 C. Niższe i wyższe temperatury mają niekorzystny wpływ na układanie i łączenie poszczególnych pasm i trwałość zgrzewów. W żadnym wypadku nie można wykonywać zgrzewów PEHD podczas opadów deszczu. Powierzchnie łączonych pasm powinny być wyrównane na całej długości wykonywanych zgrzewów z zakładką o odpowiedniej (najczęściej oznaczoną fabrycznie) szerokości. Powierzchnie wew. zakładek powinny być suche, czyste i

gładkie. Przestrzeganie tego warunku należy do operatora sprzętu zgrzewającego i jego pomocnika. Jakość zgrzewów wykonanych zgrzewarką z kanałem kontrolnym sprawdzać należy metodą ciśnieniową, nieniszczącą wg pkt. 4.8.1 w/w normy, natomiast jakość zgrzewów ekstruzyjnych należy kontrolować metodą podciśnieniową, wg pkt. 4.8.2 tejże normy.

Dla zapewnienia trwałości wykonanych zgrzewów należy w każdym dniu przed rozpoczęciem ich wykonywania, wykonać tzw. zgrzew próbny sprawdzając ich trwałość metodą niszczącą za pomocą rozrywarki ręcznej. Podobnie należy wykonywać kontrolę jakości wykonanych spawów napawanych. Za pozytywny wynik uważa się złącze, które uległo rozerwaniu po za strefą zgrzewu lub spawu.

Po wykonanym uszczelnieniu nie można przejeżdżać ciężkim sprzętem mechanicznym. Dopuszcza się ruch ciężkiego sprzętu po uszczelnieniu, jednak po uprzednim zabezpieczeniu jego geowłókniną ochronną przewidzianą w projekcie oraz po wykonaniu warstwy filtracyjno-drenażowej o grubości 0,5m.

Szczególnie ważnym elementem jest wykonanie szczelnych przejść przez uszczelnienie z geomembrany drenażu odcieku z rur pełnych przez ogroblowanie. Bowiem jest to element najbardziej newralgiczny skutecznego i trwałego funkcjonowania wykonanego uszczelnienia.

Warstwa ochronna wykonanego uszczelnienia z geowłókniny.

W celu zabezpieczenia geomembrany przed bezpośrednim naciskiem ziaren warstwy filtracyjno-drenażowej, mogącej spowodować uszkodzenie folii (tzw. nacięcia mikroskopijne) zastosowano dla niej warstwę zabezpieczającą. Ochronę przed tymi uszkodzeniami zabezpieczy geowłóknina ochronna. Na jej dobór co do wymaganych parametrów wytrzymałościowych, mają wpływ głównie następujące elementy:

- stan i rodzaj podłoża,
- grubość geomembrany,
- rodzaj obsypki filtracyjno-drenażowej i sposób jej wykonania,
- projektowane obciążenie odpadami,
- dobór gramatury.

Ponieważ trzy pierwsze parametry są najczęściej do siebie zbliżone na poszczególnych obiektach (muszą spełniać istniejące normy, standardy i wytyczne) decydującym czynnikiem przy doborze geowłókniny ochronnej dla geomembrany pozostaje wysokość składowanych odpadów (projektowane obciążenie). Stąd też w krajach zachodnich zostały podjęte próby stworzenia ogólnych zaleceń dotyczących doboru geowłóknin

ochronnych opartych na wiedzy i doświadczeniach empirycznych. W Polsce nie istnieją ogólnie przyjęte sposoby obliczeń i doboru geowłóknin ochronnych, z tego względu dobór geowłókniny dla niniejszego przypadku oparto na wiedzy i doświadczeniach niemieckich.

Ciężar jednostkowy (gramatura) jest ogólnie przyjętym parametrem wiodącym określającym rodzaj geowłókniny. Podawanie jedynie minimalnej gramatury nie jest jednak wystarczające dla sprecyzowania materiału o odpowiedniej jakości (odpowiednich właściwościach ochronnych). Dlatego niezbędne jest szczegółowe określenie minimalnych parametrów technicznych takich jak:

- wytrzymałość na rozciąganie,
- opór na przebicie,
- wydłużalność, itp.

Uwzględniając niemieckie standardy i projektowaną perspektywicznie wysokość składowanych odpadów o wysokości około 20m przyjęto geowłókninę o gram. 1000g/m^2 .

Wymagane parametry fizyko- mechaniczne geowłókniny:

- gramatura równa - 1000g/m^2
- surowiec PP (polipropylen)
- grubość przy nacisku:
 - 2kPa - 6,5 mm
 - 20kPa – 6,0 mm
 - 200kPa – 4,6 mm
- wytrzymałość na rozciąganie :
 - wzdłuż 30 kN/m
 - w poprzek 75 kN/m
- wydłużenie względne przy zerwaniu w procentach:
 - wzdłuż 135%
 - w poprzek 85%
- odporność na przebicie statyczne – 7,5kN
- odporność na przebicie dynamiczne min. – 1,5 kN
- charakterystyczna wielkość porów μm 80
- wodoprzepuszczalność w kierunku prostopadłym $21\text{E}-3\text{ m/s}$ (wg. EE ISO 11058)

Geowłókninę podobnie jak geomembranę należy zakotwić w rowie kotwiącym wykonanym w koronie ogroblowania kwatery wg wytycznych rysunku nr zał. Nr 8. Zapotrzebowanie geowłókniny na dnie i skarpach z ilością potrzebną do zakotwienia w rowie podano w przedmiarze robót. Zapotrzebowanie tego materiału uwzględniającego zakładki i straty normatywne przyjęto wg normatywu KNNR.

W projekcie nie przewiduje się drenażu skarp, ponieważ:

zaprojektowane uszczelnienie skarp wewnętrznych grobli oraz ułożona na nich warstwa drenażowa zabezpiecza te skarpy przed ewentualnym rozmywaniem (przy nie wypełnionej kwaterze) jak i ujmowanie i odprowadzanie odcieków do systemu drenażowego w dnie kwatery – po jej wypełnieniu. Zwraca się uwagę by w instrukcji eksploatacyjnej a szczególnie w trakcie składowania odpadów ponad koronę grobli pierwszą skarpe odpadów zacząć już formować od poziomu o 1m niższego od korony grobli. Zapewni to stworzenie pojemności retencyjnej powstałego w ten sposób rowu o przekroju trójkąta dla ewentualnie spływających wód opadowych po intensywniejszych deszczach.

Uwaga:

1. Przewidywana trwałość geowłókniny co najmniej 25 lat w gruntach naturalnych przy $0,4 < \text{pH} < 9$ i temperaturze $< 25^{\circ}\text{C}$.
2. Włókninę należy zakrywać niezwłocznie po jej ułożeniu.

3.4. Instalacja ujmowania i odprowadzania odcieków z kwatery składowej

Opady atmosferyczne infiltrujące przez złożę składowanych w kwaterze odpadów tworzyć będą szkodliwe dla środowiska odcieki. Odcieki te z projektowanej misy składowiska, po jej uruchomieniu zbierane będą systemem ciągów drenażowych. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska z dnia 24-03-2003 §6 ust. 2 w projekcie przewidziano wykonanie systemu drenażu, który będzie umożliwiał ujęcie i odprowadzenie odcieków do otwartego zbiornika (obiekt nr 11).

Zaprojektowany system drenażu rurowego umożliwia jego kontrolę i konserwację (w czasie eksploatacji). System ten składa się z warstwy drenażowej wykonanej z materiału żwirowo – piaszczystego o wartości współczynnika filtracji $k \geq 1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ i miąższości nie mniejszej niż 0,5m. W warstwie drenażowej umieszczona jest sieć drenażu z rur PEHD Dn 300 perforowanych na całym obwodzie, łączonych na mufy i rozstawie 30m (jedna rozstawa 35m). Przewody rur przez ogroblowanie wykonać należy z rur j.w. lecz pełnych. Każdy z 5 zaprojektowanych ciągów drenażowych

ułożony jest na warstwie uszczelnienia syntetycznego tj. geomembrany PEHD i geowłókniny o gram. 1000g/m^2 i obsypany nasypem drenującym o granulacji 16/32mm, geowłókninie filtracyjnej o gram. 250g/m^2 jak na rysunku zał. Nr 9.

Ocieki z każdego ciągu drenarskiego o spadku podłużnym równym 1% odprowadzane będą do rurociągu zbiorczego z pełnych rur PEHD Dn 300 którego trasa przebiega poza groblą od strony zachodniej. Połączenie rurociągów drenażu odcieków z rurociągiem zbiorczym przewidziano za pomocą studni kanalizacyjnych PE o średnicy 800mm i głębokościach od 4,48m do 4,86m.

Ociek z rurociągu zbiorczego kierowany będzie do przepompowni (obiekt Nr 22) i dalej rurociągiem tłocznym z rur PE Dn 100 długości 120m do zbiornika odcieku, skąd okresowo w miarę potrzeb będzie wywożony na oczyszczalnię. Układ rurociągów drenażowych i rurociągu zbiorczego oraz studni w tym ich parametry przedstawiono na rysunku zał. Nr 3. Warunek określony w wymienionym rozporządzeniu Ministra Środowiska co do możliwości kontroli stanu technicznego i możliwości ewentualnej konserwacji ciągów drenażowych spełniony zostanie przez zastosowanie na końcówce każdego rurociągu (najwyżej położone) odpowiedniego przewodu inspekcyjnego wyprowadzonego w warstwie drenażowej po skarpie na koronę grobli. Zakończenie przewodu inspekcyjnego należy wykonać jako (bose) wyposażone w zaślepkę. Przewód inspekcyjny przewidziano wykonać z rury PEHD Dn 300. Długość każdego z tych przewodów wynosi około 10m. Połączenie rury inspekcyjnej z przewodem drenażowym należy wykonać za pomocą łuku z rur PE Dn 300 (wykonanie indywidualne na budowie z uwagi na zmienne nachylenie skarp kwatery). Szczegóły połączenia przewodu inspekcyjnego z drenażowym oraz jego ułożenia w warstwie drenażowej pokazana na rysunku zał. Nr 16. Zakończenie przewodu inspekcyjnego musi być łatwo dostępne dla obsługi, ale powinno być odpowiednio wyposażone w oznaczenie „**zakaz palenia i używania otwartego ognia**” to samo dotyczy studni na rurociągu zbiorczym.

3.5. Studnie odgazowujące

Ilość wytwarzanego w złożu odpadów gazu wysypiskowego zależy od wielu czynników w tym głównie od :

- składu odpadów,
- wilgotności złoża,
- temperatur odpadów w złożu,
- wieku przyzmy odpadowej,
- struktury odpadów (stopnia rozdrobnienia).

W projektowanej kwaterze przewiduje się odprowadzenie gazu do atmosfery bez jego gospodarczego wykorzystania co nie wyklucza jego wykorzystania w perspektywie. System ujmowania i odprowadzania do atmosfery gazu stanowić będą:

- warstwy izolacyjne z gruntu mineralnego układane w trakcie eksploatacji składowiska na każdej 2,0m warstwie ułożonych i zagęszczonych odpadów,
- pionowe studnie odgazowujące wyprowadzane (przedłużane) na wysokość, w miarę zwiększania ilości składowanych warstw odpadów i zakończone biofiltrem.

Zasadniczymi elementami konstrukcyjnymi studni odgazowujących posadowionych na dnie kwatery będą:

- podstawa z winiduru o średnicy 600mm, grubości 10mm lub alternatywnie płyta żelbetowa drogowa o grubości 100÷150mm i wymiarze 60÷80 cm,
- rura stalowa o średnicy 500mm i h = 2500mm, stopniowo podnoszona,
- rura odprowadzająca z PEHD perforowana 117/100 łączona na złączki wciskowe,
- kolumna z usypanego żwiru o grubości 4/8 mm wykonywana sukcesywnie jako wypełnienie pomiędzy rurą stalową osłonową a rurą PE,
- biofiltr w postaci kosza wypełnionego kompostem lub torfem rys. konstrukcyjny przedstawia zał. Nr 15 .

Studnie odgazowujące w ilości 13szt. rozmieszczone będą w rozstawie 30m od wewnętrznych obrysów kwatery i 40m pomiędzy nimi wewnątrz kwater - schemat rozmieszczenia studni przedstawiono na zał. Nr 3.

3.6. Zjazd do kwatery

Zjazd do projektowanej kwatery przewiduje się w miejscu projektowanego zjazdu do byłej kwatery II obiekt nr 16. Konstrukcja i parametry zjazdu pozostają niezmienione w stosunku do projektu budowlanego tj. wykonanie nasypu drogi wjazdowej do kwatery ze spadkiem 10% i nawierzchni dojazdowych :

- dla kompaktora o szerokości 4,0m i nawierzchni tłuczniowej,
- dla pojazdów samochodowych o szerokości 6,0m i nawierzchni z ciężkich płyt żelbetowych.

3.7. Umocnienie powierzchni gruntowych

Wszystkie powierzchnie gruntowe kwatery tj. korony (poza powierzchniami pod nawierzchnie dróg) oraz zewnętrzne skarpy grobli przewiduje się umocnić poprzez wykonanie odsiewu mieszanek traw na warstwie urodzajnej o grubości 5cm z wysiewem nawozów sztucznych. Mieszanek traw należy dobrać odpowiednią dla stanowisk suchych i ubogich. W początkowym okresie obsiane powierzchnie należy w miarę potrzeb nawadniać i wykaszać chwasty. Powierzchnie te powinny być stale pielęgnowane przez wykaszanie i zasilanie nawozami.

4. Wpływ projektowanych prac na obiekty i tereny przyległe

Wykonanie projektowanych prac nie spowoduje stałych zmian warunków gruntowo wodnych terenów poza obrębem inwestycji tj. przyległych użytków rolnych. Nie będzie też wymagało czasowego zajęcia terenów obcych poza terenem przeznaczonym dla rozbudowy składowiska. Dla potrzeb zaplecza techniczno-sprzętowego i magazynowego może być wykorzystywany przyległy do kwatery teren przewidziany w perspektywie pod lokalizację sortowni. Niewątpliwym utrudnieniem w realizacji budowy kwatery będzie sąsiedztwo obecnie istniejącej i eksploatowanej kwatery oraz odpady złożone po za pierwotnie planowanym jej obrysem. Wg projektu odpady te muszą być trwale przemieszczone na terenie istniejącej kwatery co też uwzględniono w przedmiarach. Przy wytyczeniu robót w terenie wskazanym jest sprawdzenie możliwości zachowania projektowanych gabarytów obiektów przewidzianych do realizowania w dalszej kolejności. Dotyczy to szczególnie pobliskich obiektów kubaturowych, dróg jak i pasa zieleni. Ewentualne niewielkie odstępstwa od projektowanych granic kwatery nie będą miały takiego znaczenia dla jej wartości użytkowej. Oddziaływanie na etapie eksploatacji wysypiska na środowisko określa „Raport o oddziaływaniu na środowisko” wymieniony w punkcie 1.3.8.

5. Podstawowe przepisy i normy dotyczące wykonywanych robót

- PN-86/B-02480 – Grunty budowlane. Określają symbole, podział i opis gruntów.
- PN-88/B-04481 – Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- PN-B-12095/1997 – Urządzenia wodno melioracyjne. Nasypy. Wymagania i badania przy odbiorze
- Instrukcja ITB Nr 337/95 Projektowanie przesłon izolacyjnych na składowiskach odpadów komunalnych
- PN-B-10290:1997 Geomembrany. Ogólne wymagania dotyczące wykonawstwa geomembran na budowie składowisk odpadów stałych
- PN EN 13257:2002 Geosyntetyki i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane do budowy składowisk odpadów stałych.
- Instrukcja ITB Nr 411/2005 Badania gruntów i kontrola jakości wykonywanych z nich przesłon izolacyjnych na składowiskach odpadów.