Załącznik nr 1 do SWZ
Opis parametrów technicznych oraz technologii budowy drogi.

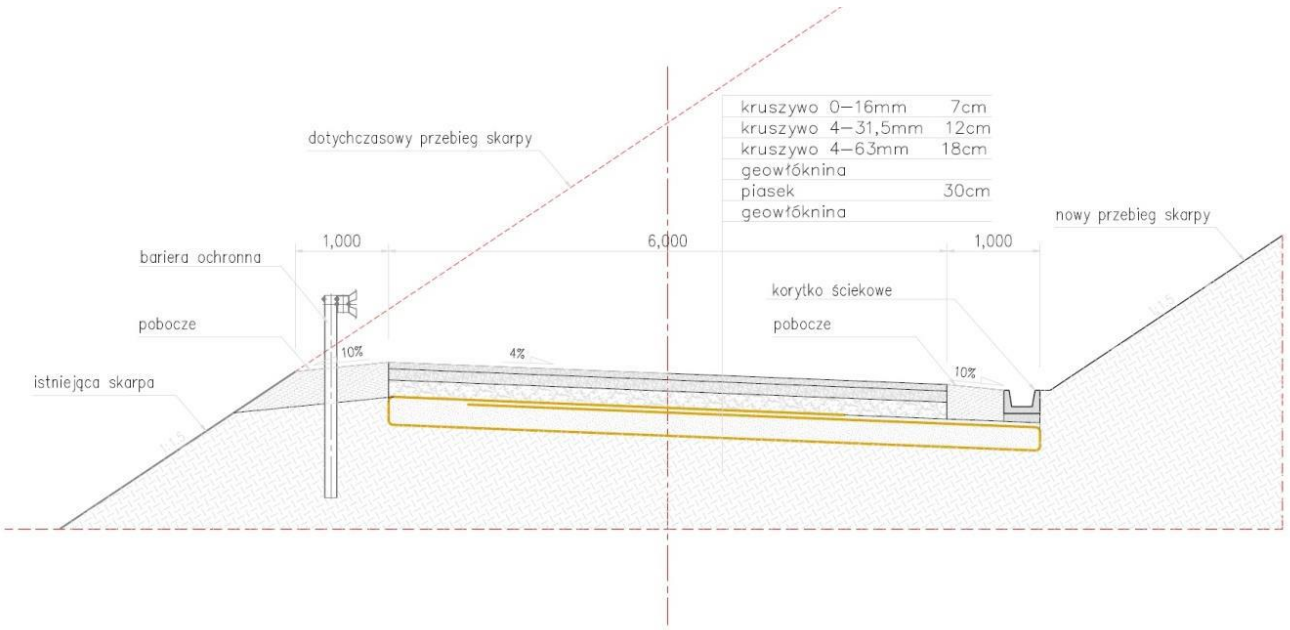
PARAMETRY TECHNICZNE DROGI

Zaprojektowano drogę technologiczną o następujących parametrach:

- Szerokość drogi 6,0 m,
- Max. pochylenie podłużne 10,0 %,
- Max. pochylenie poprzeczne na prostej 4,0 %,
- Max. pochylenie poprzeczne na łukach 6,0 %,
- Min. promień łuku kołowego 30 m

Szczegóły konstrukcyjne drogi przedstawiono na rys. 1.

Rys. 1. Typowy przekrój poprzeczny przez drogę technologiczną



W przekroju poprzecznym droga zbudowana jest z następujących warstw:

- nawierzchnia z tłucznia kamiennego o frakcji 0 – 16 mm grubości 7 cm,
- warstwa górna podbudowy z tłucznia kamiennego o frakcji 4 – 31,5 mm grubości 12 cm,
- warstwa dolna podbudowy z tłucznia kamiennego o frakcji 4 – 63 mm grubości 18 cm,
- geowłóknina o wytrzymałości na rozciąganie min. 30 kN/m
- warstwa odcinająca z piasku o wskaźniku różnoziarnistości U ≥ 5 grubości 30 cm
- geowłóknina o wytrzymałości na rozciąganie min. 30 kN/m

Łączna rzeczywista grubość warstw konstrukcyjnych drogi wynosi H_{rzecz} = 67 cm.

Minimalna wymagana grubość konstrukcji drogi ze względu na warunek mrozoodporności wynosi:

$$H_{wym} = 0,45*h_z = 0,45*1,0 = 0,45 \text{ m} < H_{rzecz} = 0,67$$

Z uwagi na lokalizację drogi technologicznej na warstwach składowanych odpadów, które charakteryzują się dużą różnorodnością morfologiczną i parametrami geotechnicznymi, warstwa odcinająca została zaprojektowana w formie geomateraca wykonanego z warstwy piasku zawiniętego w geowłókninę. Wszystkie warstwy konstrukcyjne podbudowy drogi zapewniają przepuszczalność wód opadowych, które będą przenikać do głębszych warstw składowiska i ostatecznie zostaną przechwycone przez system drenażu składowiska. Nawierzchnia została zaprojektowana z kruszywa o uziarnieniu od 0 do 16 mm, co zapewni większą szczelność i umożliwi powierzchniowy spływ wód opadowych do rowu odwadniającego.

Pobocza zaprojektowano w spadku 10% z tzw. „niesortu" o frakcji 0 – 31,5 mm. Pobocza mają do spełnienia następujące zadania: przenieść nacisk od kół pojazdu, który incydentalnie zjedzie z drogi, zapewnić powierzchniowy spływ wód opadowych (pobocze wewnętrzne do rowu, a zewnętrzne na powierzchnię skarpy), dodatkowo pobocze zewnętrzne ma za zadanie utrzymać barierę ochronną. Bariera ta jest jedynie zabezpieczeniem optycznym, a w przypadku kontaktu pojazdu z barierą da kierowcy informację o potrzebie korekty toru jazdy. Bariery tego typu nie są w stanie utrzymać pojazdu ciężarowego na typowych nasypach drogowych, zbudowanych z gruntów budowlanych, więc tym bardziej nie można tego oczekiwać od bariery zamontowanej na skarpie w przeważającej większości zbudowanej z odpadów o bardzo zróżnicowanej morfologii i parametrach geotechnicznych.

W rzucie droga składa się z odcinków prostych, łuków kołowych w lewo (patrząc od km zerowego) oraz z prostych przejściowych. Na całej długości drogi zastosowano przechyłkę poprzeczną ze spadkiem w lewo (do skarpy). Jest to podyktowane z jednej strony występowaniem wyłącznie łuków kołowych w lewo, z drugiej zaś chęcią odwodnienia nawierzchni drogi oraz przeciwskarpy, w którą droga się wcina, za pomocą jednego ciągu rowu odwadniającego. Utrzymanie na całej długości drogi przechyłki poprzecznej w kierunku do skarpy da kierowcom, zwłaszcza w okresach zimowych, poczucie, że w przypadku utraty przyczepności pojazd nie będzie ściągany na zewnątrz skarpy.

Dno rowu planuje się umocnić korytkami betonowymi ułożonymi na podsypce cementowo-piaskowej grubości 10 – 12 cm. Dla zapewnienia geometrycznej niezmienności poziomów drogi oraz dna rowu zaleca się poszerzyć warstwę geomateraca o 1 m w kierunku przeciwskarpy, aby rów umocniony korytkami i pobocze pomiędzy drogą i rowem także spoczywały na warstwie odcinającej.

OPIS TECHNOLOGII BUDOWY DROGI

Drogę należy wykonać, postępując według poniższych punktów:

1. Wytyczenie

Nowy ślad drogi technologicznej w terenie zostanie wytyczony przez uprawnionego geodetę na podstawie współrzędnych podanych na rys. 1 (mapa).

2. Wykopy

Prace ziemne należy prowadzić z użyciem sprzętu zmechanizowanego (koparki, ładowarki, spycharki) w taki sposób, aby nie naruszać skarp składowiska poza niezbędny obrys profilu nowej drogi. W miejscach potencjalnych kolizji z istniejącymi instalacjami odwodnienia lub odgazowania składowiska należy najpierw wykonać ręczne przekopy w celu weryfikacji rzeczywistego przebiegu instalacji.

W przypadku napotkania kolizji z istniejącymi instalacjami należy, jeśli jest to możliwe, zabezpieczyć instalacje, np. poprzez zastosowanie rur ochronnych.

3. Składowanie urobku

Odpady stanowiące urobek podczas prowadzenia prac ziemnych mogą zostać wbudowane w południowo-zachodni narożnik składowiska, po uprzednim zdrenowaniu ewentualnych lokalnych zastoisk wodnych oraz przygotowania łoża filtracyjnego wg poniższych wskazówek.
Lokalne zastoiska wody należy zdrenować wykonując ręczne przekopy i zapewniając grawitacyjny spływ wód, zgodnie z instrukcją eksploatacji składowiska, tzn. powierzchniowo do rowów opaskowych lub wgłębnie, do instalacji drenujących.

Łoże filtracyjne należy wyrównać, zachowując min. 2% spadek płaszczyzn w kierunku zgodnym z przyjętym układem odwodnienia powierzchniowego skarp składowiska. Spadek ten nie powinien być jednak większy niż 4%. Jeśli ukształtowanie podłoża wymusza spadki większe niż 4%, należy ukształtować podłoże w sposób schodkowy. Schodki powinny być ukształtowane w taki sposób, aby każda składowana warstwa odpadów po zagęszczeniu mogła zrównać się poziomem z kolejnym schodkiem podłoża.

Na wyrównane podłoże należy położyć warstwę geowłókniny o wytrzymałości na rozciąganie 20 – 30 kN/m. Na geowłókninie należy umieścić pierwszą warstwę geokraty i wypełnić ją kruszywem o uziarnieniu 8 – 63 mm. Następnie należy położyć drugą warstwę geokraty i również wypełnić ją kruszywem. Całość należy przykryć warstwą geowłókniny.
Na przygotowane łoże filtracyjne można układać odpady, stanowiące urobek z prac przygotowawczych pod nową drogę technologiczną. Odpady powinny być składowane warstwami i zagęszczane lekkim sprzętem zagęszczającym w taki sposób, aby nie wychodziły poza istniejące płaszczyzny skarp składowiska. Należy zachować taką samą szerokość półek, jak w sąsiedztwie i taki sam kąt spadku skarp. Po osiągnięciu wypełnienia tych przestrzeni nowo powstałą skarpę należy zabezpieczyć w analogiczny sposób, jak skarpy przyległe, np. poprzez humusowanie i obsiew traw.

4. Korytowanie

Po wykonaniu wstępnych prac ziemnych polegających na ukształtowaniu skarp i półek pod nową drogę, należy (po uprzednim wytyczeniu krawędzi drogi) wykonać dodatkowy wykop pod konstrukcję drogi, czyli tzw. korytowanie. Prace te należy prowadzić z użyciem sprzętu zmechanizowanego w taki sposób, aby nie naruszać podłoża poniżej poziomu dolnej warstwy podbudowy nowej drogi. W miejscach potencjalnych kolizji z istniejącymi instalacjami odwodnienia lub odgazowania składowiska należy najpierw wykonać ręczne przekopy w celu weryfikacji rzeczywistego przebiegu instalacji. W przypadku napotkania kolizji należy postępować w sposób opisany w punkcie 2.

5. Geomaterac

Na przygotowane, wyrównane i wyprofilowane, zgodnie ze spadkami podłużnymi i poprzecznymi, podłoże należy rozłożyć geowłókninę. Rolkę geowłókniny należy ułożyć wzdłuż osi drogi i rozwinąć w poprzek w taki sposób, aby jej końce po obu stronach drogi umożliwiały późniejsze założenie na zakład i stworzenie materaca. Na górnej powierzchni materaca obie końcówki powinny zachodzić na siebie min. 0,5 m w kierunku poprzecznym drogi. Należy zwrócić uwagę, aby geowłóknina nie miała żadnych fałd, nierówności czy załamać. Poszczególne pasma geowłókniny należy układać z zakładem min. 30 cm licząc wzdłuż osi drogi. Materiał nasypowy – piasek najlepiej jest rozprowadzać za pomocą sprzętu gąsienicowego ze względu na korzystniejszy rozkład nacisku. Samochody ciężarowe i sprzęt

zmechanizowany (koparki, ładowarki) nie powinny poruszać się bezpośrednio po geowłókninie. Zagęszczanie najlepiej jest wykonać za pomocą ciężkiej płyty wibracyjnej bądź małego walca wibracyjnego.

6. Odwodnienie

Na krawędzi geomateraca od lewej strony (patrząc wg kilometrażu drogi) należy ułożyć betonowe korytka, stanowiące umocnienie dna rowu odwadniającego. Prefabrykaty należy ułożyć na podsypce cementowo-piaskowej (o proporcjach 1:2). Ewentualną przestrzeń pomiędzy skarpą i korytkiem należy wypełnić np. odpadami, aby zapobiec sytuacji wpływania wód opadowych pod korytka. Górna krawędź korytka powinna być dopasowana wysokościowo do spadków poprzecznych pobocza drogi, aby zapewnić swobodny spływ wód opadowych z nawierzchni drogi, poprzez pobocze do rowu odwadniającego.
W początkowym odcinku drogi, w miejscu, gdzie stara i nowa droga się krzyżują, ciek odwodnienia nowej drogi należy przepuścić w rurze ochronnej (stalowej, żelbetowej lub HDPE) pod istniejącą drogą i wprowadzić do istniejącego rowu obecnej drogi po jej lewej stronie.
Należy także wykonać przepust pod nową drogą, umożliwiający swobodny spływ wód opadowych płynących rowem odwadniającym po prawej stronie istniejącej drogi. Średnice przepustów muszą być dostosowane do przekrojów poprzecznych rowów odwadniających, aby zapobiec gromadzeniu się wód opadowych przed wlotami do przepustów. Należy także pamiętać o regularnej kontroli drożności przepustów i rowów, a w razie konieczności je przeczyścić.

7. Podbudowa

Na wykonanym geomateracu należy ułożyć dolną warstwę podbudowy z kruszywa o dużej frakcji (4 – 63 mm). Kruszywo najlepiej rozprowadzać za pomocą pojazdów gąsienicowych, podobnie, jak to miało miejsce w przypadku geomateraca. Równomiernie rozłożone kruszywo należy zagęścić mechanicznie. Zagęszczanie najlepiej jest wykonać za pomocą ciężkiej płyty wibracyjnej bądź małego walca wibracyjnego. Po zagęszczeniu dolnej warstwy podbudowy należy rozłożyć, a potem zagęścić w analogiczny sposób kruszywo przeznaczone na górną warstwę podbudowy – należy przy tym zwrócić uwagę na ok. 3 - 5 cm nadkład kruszywa nad geokratą, aby nie doprowadzić do jej uszkodzenia w tym procesie.

8. Pobocza

Pobocza należy wykonać z kruszywa niesortowanego o granulacji 0 – 31,5 mm i zagęszczać je warstwami, nadając im zaprojektowane spadki, umożliwiające swobodny spływ wody opadowej do rowu lub na skarpę.

9. Nawierzchnia

Nawierzchnię należy wykonać z kruszywa o frakcji 0 – 16 mm, odpowiednio je zagęszczając. Nawierzchnia powinna posiadać jednostronny spadek do rowu odwadniającego. Nachylenie poprzeczne nawierzchni powinno wynosić 4% na odcinkach prostych oraz 6% na łukach. Proste przejściowe powinny charakteryzować się zmiennym nachyleniem poprzecznym od 4 do 6%. Górna powierzchnia nawierzchni powinna być gładka, bez nierówności, które sprzyjałyby tworzeniu się zastoisk wody i powodowały stopniową utratę parametrów nośności drogi.

10. Bariera ochronna

Po zewnętrznej stronie drogi, na poboczu zaprojektowano stalową barierę ochronną. Bariera ta stanowi jedynie optyczny wskaźnik krawędzi drogi dla kierowcy. Nie stanowi zabezpieczenia przed

zjechaniem pojazdu ze skarpy. W przypadku kontaktu pojazdu z barierą kierowca otrzyma informację o potrzebie korekty toru jazdy. Bariery mocowane są do podłoża poprzez stalowe słupki, wykonane z profili walcowanych. Słupki te wbija się w grunt za pomocą specjalnych pobijaków o napędzie pneumatycznym lub hydraulicznym. Z uwagi na duży rozrzut morfologii składowanych odpadów proponuje się zaostrzyć spody słupków przed ich wbiciem.
Zaleca się zagęścić rozstaw słupków na zakrętach. Wysokość bariery, licząc od górnej krawędzi taśmy profilowej do poziomu terenu, powinna wynosić 76 cm.

CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA MATERIAŁÓW
Poniżej podano zwięzłą charakterystykę techniczną materiałów do wykonania drogi technologicznej.
1. Geokrata

Geokrata komórkowa (zwana także geokomórką), to przestrzenna struktura wykonana z perforowanych taśm z polietylenu wysokiej gęstości (HDPE). Geokrata powstaje poprzez zgrzewanie poszczególnych taśm w taki sposób, iż po rozciągnięciu struktura przypomina plaster miodu. Należy stosować geokratę o następujących parametrach:
- wysokość 20 cm,
- perforacja bocznych powierzchni,
- wytrzymałości na rozciąganie (dla wyrobu perforowanego) min. 15 kN/m.

Perforacja obniża pierwotną wytrzymałość do ok. 60% porównywalnego wyrobu bez perforacji, jednakże w naszym zastosowaniu perforacja zapewnia lepsze parametry odwodnienia podstawy tworzonej skarpy.

2. Geowłóknina

Geowłókniny to płaskie geosyntetyki, wykonane najczęściej z włókien polipropylenowych lub poliestrowych (ciągłych lub ciętych) o nieuporządkowanej strukturze, łączonych mechanicznie (igłowanie, przeszywanie), lub termicznie. Najistotniejszym parametrem charakteryzującym te wyroby jest wytrzymałość na rozciąganie, która powinna wynosić:
- 30 kN/m dla geomateraca w warstwie odcinającej pod drogą,
- 20 – 30 kN/m dla łoża filtracyjnego pod składowanym urobkiem w południowo-zachodnim narożu składowiska.

Materiał dostarczany jest w rolkach o różnej szerokości, w zależności od producenta. Z uwagi na konieczność łączenia materiału na zakład, im szersze będą zastosowane rolki, tym mniej materiału zostanie zużyte.

3. Piasek

Piasek użyty do wykonania geomateraca w warstwie odcinającej powinien charakteryzować się możliwością zagęszczenia. Aby to uzyskać, należy zapewnić piasek o wskaźniku różnoziarnistości $U \geq 5$.

4. Kruszywo

Podczas realizacji opisywanej inwestycji wystąpi zapotrzebowanie na różnego rodzaju kruszywa. Ich różnorodność wynika z odmiennych ról, jakie będą pełnić.
Podbudowa składa się z warstwy dolnej, w której występować będzie kruszywo o uziarnieniu 4 – 63 mm oraz z warstwy górnej wykonanej z kruszywa o frakcji 4 – 31,5 mm. Dolna granica frakcji obu

rodzajów kruszyw wykorzystywanych do podbudowy została ograniczona do 4 mm, aby zapewnić możliwość przenikania wód opadowych.
Nawierzchnia wykonana będzie z kruszywa o uziarnieniu 0 – 16 mm. Wykorzystanie kruszywa z drobnymi frakcjami bez ograniczenia dolnej granicy zapewni większą szczelność nawierzchni i tym samym umożliwi lepszy spływ wód opadowych na powierzchni, bez nadmiernego wnikania w głębsze warstwy drogi.
Pobocza wykonane zostaną z kruszywa niesortowanego o frakcji 0 – 31,5 mm. Zapewni to odpowiednią nośność przy jednoczesnym uszczelnieniu powierzchni poboczy.
Do warstw konstrukcyjnych drogi wraz z poboczami nie należy stosować kruszyw o dużej nasiąkliwości i niskiej wodoodporności (np. dolomit), gdyż kruszywa takie po pewnym okresie czasu tracą swoje parametry wytrzymałościowe, droga traci swoją nośność i zaczyna się deformować pod wpływem obciążeń (koleiny).
Łoże filtracyjne – w odróżnieniu od konstrukcji drogi – nie będzie poddawane dużym obciążeniom i tutaj można zastosować kruszywo dolomitowe o frakcji 8 – 63. Dolna granica średnicy kruszywa została tu określona na 8 mm, aby zapewnić duży współczynnik filtracji.

Zastosowanie gruzu budowlanego, jako **kruszywa konstrukcyjnego** dla drogi nie jest zalecane, z uwagi na małą możliwość kontroli poszczególnych frakcji. Istnieje także ryzyko dużej zawartości pyłów, które mogą nadmiernie uszczelnić warstwy kruszywa, zaburzając przepływ wód.

Ponadto, zgodnie z §16 ust. 7 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 roku w sprawie składowisk odpadów (Dz. U. z 2013 r., poz. 523 wraz z późn. zm.) szerokość tymczasowych dróg dojazdowych na składowisku, wykorzystujących odpady do jej budowy nie może przekroczyć 4 m, co będzie niewystarczające dla takich maszyn, jak ciężki kompaktor.

5. Korytka odwadniające

Dopuszcza się stosowanie dowolnego rodzaju korytek odwadniających. Zalecane są prefabrykaty o przekroju trapezowym i większej głębokości, aby zapewnić sprawną realizację funkcji odwodnienia nawet przy dużym stopniu zamulenia przekroju rowu.

6. Rury przepustu

Przepusty są niezbędne do przeprowadzenia cieków wodnych pod drogami. Średnica wewnętrzna rury planowanej do wykorzystania jako przepust powinna zapewniać nieskrępowany przepływ wód opadowych. Pole powierzchni przekroju wewnętrznego rury nie powinno być mniejsze niż pole powierzchni przekroju rowu odwadniającego. Ponadto należy pamiętać, iż rura powinna być zagłębiona w gruncie w taki sposób, aby wysokość naziomu (warstw gruntu nad rurą) nie była mniejsza od jej średnicy (w tym względzie należy przestrzegać wytycznych podanych przez producenta). W przeciwnym wypadku rura przepustu może zostać uszkodzona.
Rury, które zostaną wykorzystane na przepusty mogą być wykonane z różnych materiałów. Może to być beton (prefabrykaty betonowe), polietylen wysokiej gęstości (HDPE) lub stal. Należy jednak pamiętać, iż stal ze względu na korozję będzie materiałem o najkrótszej żywotności.

7. Bariery

Proponuje się zastosowanie barier stalowych, ocynkowanych. Można zastosować bariery, które pochodzą z rozbiórki dróg poddanych remontom. Bariery drogowe posiadają rozstaw słupków co: 4 m, 2 m, 1,33 m lub co 1 m. Im gęstszy rozstaw słupków, tym sztywniejsza będzie bariera. Słupki wykonywane są z profili stalowych o różnej wysokości. Zaleca się stosowanie słupków wykonanych z profili o jak największej wysokości. Ponadto zaleca się stosowanie możliwie jak najdłuższych słupków. Przed wbijaniem słupków zaleca się zeskosować profil, aby pogrążanie słupków było łatwiejsze. Należy

upewnić się, że w miejscu montażu bariery nie przebiega podziemna instalacja odgazowująca (lub inna). W przypadku kolizji należy skorygować przebieg bariery lub przełożyć instalację na kolidującym odcinku w sposób opisany powyżej.

Wykaz załączników w formie graficznej:

Rys_1A Master Droga Mapa.
Rys_2 Master Droga Przekrój.
Rys_3 Master Droga Profil.
Rys_4 Master Droga Przekroje charakterystyczne.
Rys_5 Master Droga Łoże filtracyjne.