

**D. 02.04.01. Wzmocnienie podłoża i nasypów****1. Wstęp****1.1. Przedmiot STWiORB**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża oraz z wykonaniem wzmocnienia skarp nasypów w ramach zadania:

**BUDOWA ZACHODNIEJ OBWODNICY MŁAWY ODCINEK MIĘDZY ULICĄ GDYŃSKĄ A NOWOPROJEKTOWANĄ DROGĄ KRAJOWĄ S7**

**1.2. Zakres stosowania STWiORB**

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

**1.3. Zakres robót objętych STWiORB**

Zakres robót obejmuje:

- wzmocnienie podłoża w technologii wymiany gruntu,
- wzmocnienie podłoża poprzez stabilizację gruntu cementem – wg STWiORB D.04.05.01,
- wzmocnienie podłoża przy zastosowaniu materaca geosyntetycznego,
- wzmocnienie podłoża w technologii kolumn betonowych CMC,
- wzmocnienie podłoża w technologii kolumn DSM,
- wzmocnienie skarp nasypów geosyntetykami.

**1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w STWiORB są zgodne z odpowiednimi normami i określeniami podanymi w STWiORB D-M-00.00.00 - „Wymagania Ogólne” pkt. 1.4.

**Platforma robocza** - oparta na podłożu gruntowym konstrukcja tymczasowa i stała wykonana z materiałów ziarnistych i stanowiąca powierzchnię dla pracy ciężkiego sprzętu na podwoziu gąsienicowym.

**Nasyp przeciążający** - warstwa nasypu przeciążającego o obliczanej miąższości, zgodnie z dokumentacją projektową, uformowana na koronie projektowanego nasypu i pozostawiona na okres zgodnie z wytycznymi zawartymi w dokumentacji projektowej, wykonywa z materiału o zakładanym ciężarze.

**Nasyp „topiony”** - objętość nasypu docelowego lub przeciążającego (w zależności od przekroju drogi) która znajdzie się poniżej poziomu terenu w związku z osiadaniem rodzimego podłoża gruntowego. Objętości te należy odpowiednio uwzględnić w obmiarach poszczególnych robót (nasyp wg STWiORB D-02.03.01 „Roboty ziemne. Wykonanie nasypów”, nasyp przeciążający wg niniejszych STWiORB).

**Słabe podłoże** - warstwy gruntu nie spełniające wymagań, wynikających z warunków nośności lub stateczności albo warunków przydatności do użytkowania.

**Wzmocnienie podłoża** - geoinżynierskie metody modyfikujące właściwości fizykomechaniczne gruntów poprzez trwałe nadanie podłożu gruntowemu właściwości zwiększających jego nośność oraz zmniejszających odkształcalność i wrażliwość na wpływ czynników atmosferycznych.

**Wibrowymiana gruntu** - wzmocnienie słabego podłoża kolumnami z kamienia lub żwiru, „zbrojącymi” i drenującymi grunt, formowanymi przez wibrator.

**Kolumny CMC** - pionowe kolumny z betonu o małym module sprężystości (bez zbrojenia) formowane metodą świda przemieszczeniowego, wzmacniające słabe podłoże gruntowe.

**Kolumny DSM** – kolumna z cementogruntu powstała przez wprowadzenie w podłoże zaczynu cementowego i jego wymieszanie z gruntem zalegającym in situ za pomocą specjalnego mieszadła. Średnica kolumny odpowiada maksymalnemu wymiarowi poprzecznemu końcówki mieszającej obracanej w gruncie

**Mieszanie wglębne miejscowego gruntu** - metoda formowania w podłożu ze słabych gruntów - kolumn lub ich układów albo masywnych bloków utworzonych z miejscowego gruntu mieszanego ze spoiwem

**Wymiana częściowa** – usunięcie części słabych warstw i wykonanie poduszki gruntowej, gdyby grubość warstw słabonośnych jest większa od 3 – 5 m, albo gdy do ich wybrania byłoby potrzebne odwodnienie, a także jako wstępna faza wglębnego wzmocnienia podłoża w przypadkach zalegania wielometrowych warstw gruntu słabonośnego.

**Wymiana pełna** – usunięcie z podłoża słabych warstw i budowa nasypu.

**Wskaźnik krzywizny uziarnienia** – wielkość charakteryzująca grunt, określona wg wzoru:

$$C = \frac{d_{30}^2}{(d_{10} \times d_{60})}$$

w którym:

d10 wymiar cząstek, których masa wraz z mniejszymi stanowi 10% masy próbki wysuszonej [mm],

d30 wymiar cząstek, których masa wraz z mniejszymi stanowi 30% masy próbki

wysuszonej [mm],

d60 wymiar cząstek, których masa wraz z mniejszymi stanowi 60% masy próbki

wysuszonej [mm].

**Geomaterac** - warstwa kruszywa otoczona materiałem geosyntetycznym.

**Geosyntetyki** - geotekstyli (przepuszczalne, polimerowe materiały, wytworzone techniką tkacką, dziewiarską lub włókninową, w tym geotkaniny i geowłókniny) i pokrewne wyroby jak: geosiatki, georuszty, geomembrany, geokompozyty, geomaty, geokontenery.

**Geotkanina** - materiał tkany wytwarzany z włókien syntetycznych przez przeplatanie dwóch lub więcej układów przędz, włókien, taśm lub innych elementów.

**Geosiatka** - geosyntetyk o płaskiej strukturze w postaci siatki, z otworami znacznie większymi niż elementy składowe, z oczkami trwale połączonymi w węzłach (poprzez klejenie, zgrzewanie lub pokrycie w procesie technologicznym warstwą tworzywa polimerowego) lub ciągnionymi.

**Geowłóknina** - materiał wytwarzany w postaci runa włókien o uporządkowanej lub przypadkowej orientacji, połączonych siłami tarcia i/lub kohezji i/lub adhezji (włókniny igłowane, przesywane, łączone termicznie, chemicznie itp.).

**Wzmocnienie geosyntetykiem podłoża nasypu** - wykorzystanie właściwości geosyntetyku przy rozciąganiu (wytrzymałości, sztywności) do poprawienia właściwości mechanicznych gruntu nasypu.

**Nasyp** - drogowa budowla ziemna wykonana powyżej powierzchni terenu w obrębie pasa drogowego.

**Słabe podłoże (pod nasypem)** - warstwy gruntu nie spełniające wymagań, wynikających z warunków nośności lub stateczności albo warunków przydatności do użytkowania nasypu.

## 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB D-M- 00.00.00 „Wymagania Ogólne” punkt 1.5.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania, zastosowane metody wykonawstwa oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Inżyniera.

Niezbędne dane istotne z punktu widzenia:

- organizacji robót budowlanych;
- zabezpieczenia interesu osób trzecich;
- ochrony środowiska;
- warunków bezpieczeństwa pracy;
- zaplecza dla potrzeb Wykonawcy;
- warunków organizacji ruchu;
- zabezpieczenia chodników i jezdni,

podano w STWiORB DM. 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

## 1.6. Wspólny Słownik Zamówień (CPV)

Kody grup, klas i kategorii robót Wspólnego Słownika Zamówień (CPV) dotyczących przedmiotu zamówienia podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

## 2. Materiały

### 2.1. Ogólne wymagania

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB D-M- 00.00.00 „Wymagania Ogólne” pkt. 2.

Stosowane materiały muszą być dopuszczone do obrotu na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. nr 92, poz. 881 z 2004r) wraz z nowelizacjami, a także na podstawie przepisów wykonawczych do tej ustawy. Materiały muszą być zatwierdzone przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

### 2.2. Platforma robocza

Materiały stosowane do wykonania platform roboczych dla ciężkiego sprzętu budowlanego to:

- materiały ziarniste:

- kruszywa naturalne;
- materiały uzyskane z recyklingu innych materiałów, w tym materiałów budowlanych;
- materiały stanowiące odpady innych procesów produkcyjnych i budowlanych;
- materiały z odzysku (naturalne, z recyklingu lub odpadowe), np. z innych platform roboczych;
- grunt rodzimy lub dowieziony;
- geosyntetyki, które mogą być używane do:
  - separacji platformy od podłoża gruntowego lub/i
  - wzmocnienia konstrukcji platformy z materiału ziarnistego.

Jeżeli platforma robocza ma stanowić jednocześnie dolną część konstrukcji nasypów, to materiał wykorzystany do jej wykonania musi spełniać wymagania określone w STWiORB D-02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne”.

Dopuszcza się stosowanie na nawierzchnie platform roboczych płyt drogowych żelbetowych, stalowych lub pokładów z bali drewnianych. Mogą one stanowić zasadniczą konstrukcję platformy lub stanowić wzmocnienie platform (lokalne lub powierzchniowe) z materiałów ziarnistych. Sposób i zakres ich wykorzystania nie jest objęty niniejszymi STWiORB i powinien być zgodny z dokumentacją projektową.

Materiały stosowane na platformy robocze powinny charakteryzować się:

- kątem tarcia wewnętrznego  $\geq 31^\circ$ ;
- zdolnością do zagęszczania (wskaźnik różnoziarnistości  $U > 3$ );
- w przypadku platform na obszarach, na których zaprojektowano konsolidacyjne metody wzmocnienia podłoża odpowiednio wysokim współczynnikiem filtracji ( $\geq 15 \text{ m/dobę}$ );
- trwałością użytkową (materiał powinien zachowywać swoje cechy fizyczne, mechaniczne i użytkowe z uwzględnieniem wpływu naturalnych oddziaływań klimatycznych, takich jak deszcz, śnieg, niskie lub wysokie temperatury) odpowiadającą co najmniej przewidywanemu okresowi użytkowania platformy;
- zdolnością do łatwego odprowadzania wód opadowych;
- wielkością ziaren zapewniającą równość platformy wymaganą przy założonym ruchu technologicznym (generalnie akceptowane są ziarna do 150 mm, a w przypadku niektórych rodzajów specjalistycznych robót fundamentowych może być uzasadnione wymaganie ograniczenia maksymalnej wielkości ziaren do 75 mm);
- zawartością frakcji pylastej ( $d < 0,075 \text{ mm}$ ) maksymalnie 5%;
- zawartością zanieczyszczeń organicznych maksymalnie 2%;
- odpornością na kruszenie/rozdrabnianie pod przewidywanym ruchem technologicznym, co jest szczególnie istotne w przypadku platform wykorzystywanych intensywnie, przez długi okres i dla których istotne jest zachowanie nośności i właściwości drenarskich.

Należy ponadto określić właściwości chemiczne stosowanych materiałów (szczególnie odpadowych lub pochodzących z recyklingu innych materiałów) pod kątem ich ewentualnego oddziaływania na ludzi, materiały budowlane i wody gruntowe. Wysoka zawartość siarczanów może wpływać niekorzystnie na jakość betonu fundamentów, szczególnie gdy platforma robocza jest trwałym lub traconym elementem robót. Materiały z rozbiórek nie mogą zawierać substancji niebezpiecznych takich jak:

- azbest, wpływający niekorzystnie na zdrowie ludzi i zanieczyszczający w sposób trwały teren pozbawiony uprzednio tego rodzaju zanieczyszczeń,
- pręty zbrojeniowe, które mogą być niebezpieczne dla ludzi i powodować uszkodzenia opon pojazdów ogumionych;
- płyty gipsowo-kartonowe lub odpady gipsu, które zawartość powoduje nieprzydatność materiału do wykorzystania w platformach roboczych.

Materiał na platformę należy poddawać kontroli w trakcie układania i zagęszczania dla zapewnienia spełnienia wymagań dokumentacji projektowej. W przypadku materiału wcześniej używanego należy sprawdzić jego dalszą przydatność przed wbudowaniem w platformę.

Geosyntetyki separacyjne, jeśli są przewidziane do wykorzystania, układane są na podłożu z gruntów spoistych i powinny zapobiegać mieszanin się materiału podłoża z materiałem platformy oraz mieć zdolności drenujące.

Geosyntetyki wzmacniające, których zastosowanie może być uzasadnione względami ekonomicznymi (ograniczenie grubości platformy), które są układane najczęściej bezpośrednio na podłożu gruntowym (spełniają wówczas także rolę separacyjną) przed ułożeniem materiału platformy lub/i na grubości platformy. Geosyntetyki należy układać z zakładem wynikającym z zaleceń producenta. Do wzmacniania platform roboczych używane są z reguły geosiatki jako wzmocnienie powierzchniowe całej platformy, wzmocnienie lokalne i wzmocnienia utrzymaniowe.

W dokumentacji projektowej technologicznej należy oddzielnie określać wymagania dla geosyntetyków wzmacniających i separacyjnych, jeśli obydwa ich rodzaje są wykorzystywane w platformie.

Trwałość geosyntetyków należy analizować wyłącznie wtedy, gdy są one elementem rozwiązań trwałych. W

projektowaniu platform roboczych tymczasowych należy wykorzystywać właściwości krótkotrwałe geosyntetyków. Zastosowane geosyntetyki nie mogą negatywnie na możliwość późniejszego wykonania zaprojektowanego wzmocnienia podłoża.

### 2.3. Nasyp przeciążający

Grunty stosowane do budowy nasypów przeciążających powinny spełniać wymagania podane w STWiORB D-02.03.01. Zaleca się stosować takie grunty, które będzie można wbudować w nasypy po rozbiórce przeciążenia.

Minimalna wymagana gęstość objętościowa wybudowanego nasypu przeciążającego wynosi 16.5 kN/m<sup>3</sup>. Możliwe jest stosowanie gruntu o wyższej gęstości objętościowej, jednak w takiej sytuacji należy dostosować wysokość nasypu przeciążającego do ciężaru zastosowanego gruntu. Dopuszcza się do zastosowania innego rodzaju gruntu mineralnego do budowy nasypów przeciążających (nie spełniającego wymagań dla gruntu nasypowego), z tym że należy zabezpieczyć nasypy przed zanieczyszczeniem takim materiałem (np. poprzez ułożenie geowłóknin separacyjnych). Po rozbiórce nasypu przeciążającego materiał taki zostanie usunięty z budowy.

Materiał przeznaczony do wykonania nasypów przeciążających musi być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

### 2.4. Kolumny betonowe CMC

Wymagania dla mieszanki betonowej:

- mieszanka betonowa na kruszywie naturalnym do 8 mm
- konsystencja o opadzie stożka 15 ÷ 23 cm
- wytrzymałość po 28 dniach - min 20 MPa
- wytrzymałość po 7 dniach - min 10 MPa.

Kolumny należy zbroić profilem stalowym min. IPE200.

### 2.5. Kolumny DSM

#### 2.5.1 Zaczyn cementowy

Zaczyn cementowy jest przygotowywany na budowie z wykorzystaniem cementu klasy 32,5. Ilość cementu wprowadzonego do gruntu musi zapewnić uzyskanie odpowiedniej, określonej w projekcie wytrzymałości R<sub>bG</sub> na ściskanie jednoosiowe gotowego cementogruntu badanej na próbkach sześciennych.

#### 2.5.2 Cementogrun

Cementogrun powstały po zmieszaniu in situ gruntu z zaczynem cementowym powinien mieć wytrzymałość na ściskanie określoną w projekcie wykonawczym.

### 2.6. Kolumny MSC

Należy stosować iniekt: cementowy, wapienny, cementowo-wapienny lub mieszankę cementowo-piaskową.

Skład zaczynu, jak i wszystkie parametry techniczne formowania kolumn iniekcyjnych określa Wykonawca wzmocnienia w opracowanym projekcie technologicznym.

### 2.7. Materiał do wykonania wymiany gruntów

Materiały stosowane do wykonania wymiany gruntu powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej oraz niniejszych STWiORB. Grunty stosowane do wymiany powinny spełniać wymagania podane w tablicy 2.

Tablica 2. Przydatność gruntów do wykonywania wymiany

Cecha gruntu	Wymaganie	Norma
Zawartość cząstek: większych od 120 mm mniejszych od 0,075 mm mniejszych od 0,02 mm	0 % <15% <3%	PN-88/B-04481
• wskaźnik CBR, % • pęcznienie, %	≥5% < 0.5%	PN-S-02205:1998 załącznik A
Zawartość części organicznych I <sub>om</sub> , %	≤2%	PN-88/B-04481
Najmniejsza maksymalna gęstość pozorna szkieletu gruntowego w normalnym badaniu Proctora	≥ 1,7 g/cm <sup>3</sup>	PN-88/B-04481
Wskaźnik wodoprzepuszczalności k	≥ 6 m/dobę	Metoda ITB-ZW lub wg wzoru USBSC

Wskaźnik różnoziarnistości U	$\geq 3,0$	
Wskaźnik krzywizny uziarnienia	$1 \div 3$	

Jako materiał do wymiany dopuszcza się zastosowanie refulatów rzecznych o:

- wskaźniku różnoziarnistości  $Cu < 3,0$ ;
- wskaźniku krzywizny  $C < 1$ ;
- współczynnika filtracji  $k > 8$  m/dobę;

przy czym nie dopuszcza się materiałów o zawartości ziarn mniejszych od 0,075 mm większej od 5%. W przypadku zastosowania takich materiałów Wykonawca wykaże na odcinku próbnym uzyskanie wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia oraz wymaganego wtórnego modułu odkształcenia podłoża E2 i wskaźnika odkształcenia  $I_o$  określanych płytą statyczną.

Materiał przeznaczony do wykonania wymiany podlega akceptacji przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

## 2.8. Geosyntetyki do wykonania materaców

Do wykonania materaców dopuszcza się jedynie geosyntetyki (geosiatki lub geotkaniny) poliestrowe (PET). Rodzaj geosyntetyki i jego właściwości powinny odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej oraz niniejszej STWiORB.

Dopuszcza się stosowanie jedynie geosyntetyków kwalifikowanych tzn. takich wyrobów, dla których producent lub dostawca przedstawi dowody udokumentowane wynikami badań niezależnych jednostek badawczych, zapewniających spełnienie wymagań dla przewidzianych w Dokumentacji Projektowej warunków zabudowy danego wyrobu.

Zaleca się, aby produkty składowe geomateracy pochodziły od tego samego producenta. Na każdym oddzielnym odcinku wzmocnienia geomateracami powinny być zastosowane materiały pochodzące od jednego producenta.

Wyroby powinny być odporne na działanie wilgoci, promieniowanie słoneczne, utlenianie się i starzenie w warunkach atmosferycznych, bez rozdarć, dziur i przerw ciągłości, z odpowiednią wytrzymałością na rozciąganie i rozerwanie, odpornością na działanie mikroorganizmów występujących w gruncie.

Geosyntetyki powinny być odporne na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Nie powinny być wrażliwe na hydrolizę. Powinny być odporne na działanie wodnych roztworów soli, kwasów i zasad oraz na działanie promieniowania ultrafioletowego. Nie mogą podlegać biodegradacji. Właściwości materiału powinny pozostawać niezmiennymi w stanie suchym jak i wilgotnym w całym okresie użytkowania.

Okres użytkowy konstrukcji geomateracy powinien być zakładany na 120 lat.

Metody badania poszczególnych parametrów geosyntetyków powinny być określone na podstawie wymagań zawartych w normie PN-EN 13249.

Wartość krótkoterminowa wytrzymałości geosyntetyku wynosi:

$$RB_{k,0} = RB_d \times A_1 \times A_2 \times A_3 \times A_4 \times \gamma_F$$

gdzie:

**$RB_{k,0}$**  - charakterystyczna wartość wytrzymałości krótkoterminowej geosyntetyku na rozciąganie,

**$RB_d$**  - oznacza obliczeniową długoterminową wytrzymałość na rozciąganie określoną w dokumentacji projektowej, na podstawie której należy określić (w ramach projektów technologicznych) wymagane charakterystyczne wartości wytrzymałości krótkoterminowej geosyntetyków na rozciąganie  $RB_{k,0}$

**$A_1$**  - materiałowy współczynnik pełzania, indywidualnie ustalany dla danego konkretnego produktu, typu i odmiany - ustalany w oparciu o PN-EN ISO 13431. Badania pozwalające na określenie tego współczynnika dla konkretnego materiału, konkretnego producenta muszą trwać co najmniej (zgodnie z PN-EN ISO 13431) 10000 godzin. Wartość tego współczynnika jest zależna od rodzaju polimeru i procesu produkcji materiału.

**$A_2$**  - materiałowy współczynnik bezpieczeństwa, uwzględniający uszkodzenia mechaniczne powstałe w trakcie transportu, instalacji i wbudowania materiału zasypowego. Wartość tego współczynnika zależy od indywidualnego charakteru i od typu danego produktu, polimeru, rodzaju kruszywa, materiału podłoża, materiału nasypowego i zastosowanej techniki zagęszczania.

**$A_3$**  - współczynnik materiałowy, uwzględniający straty na połączeniach (np. szwy).

**$A_4$**  - współczynnik materiałowy, uwzględniający wpływ środowiska gruntowego (chemia + biologia).

$\gamma_F$  - cząstkowy współczynnik bezpieczeństwa,  $\gamma_F = 1.40$  dla stanu podstawowego,  $\gamma_F = 1.30$  dla stanu budowlanego,  $\gamma_F = 1.20$  dla stanu wyjątkowego (np. wstrząsy podziemne, powódzie)

Do wyznaczenia charakterystycznych wartości wytrzymałości geosyntetyków na zerwanie należy stosować współczynniki materiałowe podane w tablicy nr 3:

Tablica nr 3

Material	Ai	A2	A3	A4
Poliester (PET)	3.5	1.5 - dla kruszywa droбноziarnistego 2.0 - dla grubszych frakcji kruszywa (większych od piasku drobnego)	1.0 - przy braku połączeń, szwów, węzłów na kierunku działania siły, a także przy braku połączeń z elementami konstrukcyjnymi	2.0

Mniejsze od podanych w tablicy nr 1 wielkości współczynników A1 oraz A4 można dopuścić jedynie w przypadku przedstawienia odpowiednich certyfikatów wydanych przez notyfikowaną jednostkę badawczą.

Mniejsze od podanych w tablicy nr 1 wielkości współczynników A2 można dopuścić jedynie po przeprowadzeniu odpowiednich badań na poletkach próbnych, wykonanych zgodnie z procedurą opisaną w EBGeo [20].

W przypadku, gdy w deklaracji własności użytkowych geosyntetyku nie zapisano jednoznacznie, że podana wartość średnia charakterystycznej wytrzymałości krótkotrwałej na zerwanie (RB,k,0) jest wartością określoną z 95% poziomem ufności lub wartością minimalną, do wyznaczenia obliczeniowej wartości wytrzymałości należy przyjmować podaną wartość średnią pomniejszoną o podaną możliwą odchyłkę.

Do obliczeń należy przyjmować następujące minimalne wartości współczynników tarcia dla geosyntetyków:

- tarcie na styku geosyntetyk - grunt:  $Lik = 0.50 \text{ tg } \phi_k'$
- tarcie na styku geosyntetyk - geosyntetyk:  $g_k = 0.20$

gdzie wartość  $\phi_k'$  jest kątem tarcia wewnętrznego gruntu stykającego się z geosyntetykiem.

Większe wartości współczynników tarcia można przyjmować jedynie w przypadku wykonania badań w aparacie skrzynkowym bezpośredniego ścinania z użyciem przewidzianego zbrojenia i materiału gruntowego, lub w przypadku przedstawienia odpowiednich certyfikatów wydanych przez notyfikowaną jednostkę badawczą.

Geosyntetyki powinny być dostarczane w rolkach nawiniętych na tuleje lub rury. Wymiary (szerokość, długość) mogą być standardowe lub dostosowane do indywidualnych zamówień. Rolki powinny być opakowane w wodoszczelną folię, stabilizowaną przeciw działaniu promieniowania UV i zabezpieczone przed rozwinięciem. Rolki geosyntetyków powinny być nawinięte na tuleje (tuby) i być zabezpieczone przed rozwinięciem.

Każda rolka geosyntetyku powinna posiadać etykietkę zawierającą następujące dane:

- nazwa producenta
- adres producenta
- oznaczenie wyrobu
- data produkcji
- numer rolki
- wymiary w rolce : długość, szerokość
- ciężar rolki
- oznakowanie znakiem CE

Oznaczenie rolki powinno być zgodne z wymaganiami Zharmonizowanej Normy Europejskiej i Polskiej PN-EN 13249. Warunki składowania nie powinny wpływać na właściwości geosyntetyków. Podczas przechowywania należy chronić materiały przed zawilgoceniem, zabrudzeniem, jak również przed długotrwałym (np. parotygodniowym) działaniem promieni słonecznych. Materiały należy przechowywać wyłącznie w rolkach opakowanych fabrycznie, ułożonych poziomo na wyrównanym podłożu. Nie należy układać na nich żadnych obciążeń. Opakowania nie należy zdejmować aż do momentu wbudowania.

Podczas ładowania, rozładowywania i składowania należy zabezpieczyć rolki przed uszkodzeniami mechanicznymi lub chemicznymi oraz przed działaniem wysokich temperatur.

## 2.9. Geosyntetyki do wykonania wzmocnienia skarp nasypów

Do wykonania zbrojenia skarp nasypów zostanie zastosowana geosiatka poliestrowa (PES) o projektowej wytrzymałości na rozciąganie  $F_{\text{dmin}} \geq 20 \text{ kN/m}$ . Materiał powinien być odporny na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Nie powinien być wrażliwy na hydrolizę, powinien być odporny na działanie wodnych roztworów soli, kwasów i zasad. Nie może podlegać biodegradacji.

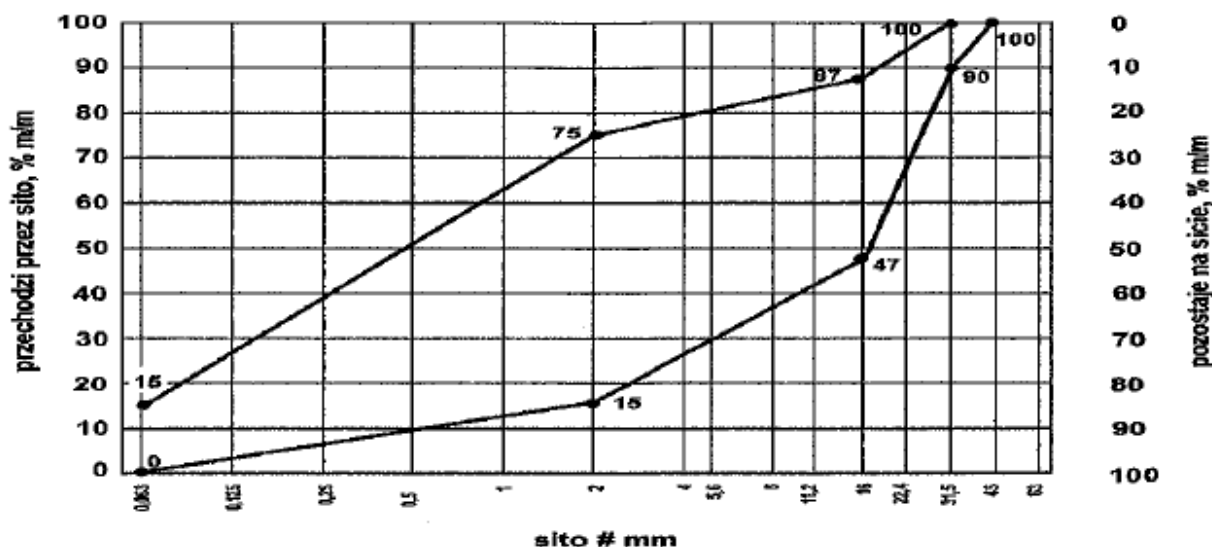
## 2.10. Kruszywo do wypełnienia materacy

Materiałem do wypełnienia geomateracy powinno być kruszywo naturalne o procentowej zawartości ziarn o powierzchniach przekruszonych lub łamanych o kategorii C90/3 lub C50/30 (według szczegółowych wymagań Dokumentacji Projektowej) o uziarnieniu 0/31,5mm uzyskane w wyniku przekruszenia surowca skalnego lub kamieni narzutowych i otoczków albo ziaren żwiru większych od 8 mm. Kruszywo powinno być jednorodne, bez domieszek gliny

i zanieczyszczeń obcych.

Uziarnienie kruszywa powinno spełniać wymagania wg Rys.1.

Rys.1.



Wskaźnik piaszkowy wg PN-EN 933-8 nie mniej niż 35.

Wymagana wodoprzepuszczalność kruszywa:

- $k \geq 15$  m/dobę w przypadku materacy geosyntetycznych na obszarach, na których zaprojektowano konsolidacyjne metody wzmocnienia podłoża wg wzoru amerykańskiego USBSC,
- $k \geq 8$  m/dobę na pozostałych obszarach wg wzoru amerykańskiego USBSC.

Jako wypełnienie materacy zabezpieczających podstawy krawędzi skarp nasypów na odcinkach, gdzie zaprojektowano konsolidacyjne metody wzmocnienia podłoża, należy zastosować kruszywo naturalne płukane 8/16mm. Wymagany współczynnik filtracji  $k \geq 15$  m/dobę.

Wymagany moduł odkształcenia wtórnego, mierzony na górnej powierzchni geomateraca,  $E2 \geq 60$  MPa (wskaźnik zagęszczenia  $IS \geq 0,97$ ). Dodatkowo, w zależności od położenia górnej warstwy geomateraca względem projektowanej nawierzchni drogowej, powinny być spełnione wymagania normy PN-S-02205 (np. większe wartości zagęszczenia lub modułu odkształcenia  $E2$ ).

Jeżeli w Projekcie założono wykonanie warstwy wyrównawczej pod i nad geomateracem do jej wykonania należy użyć kruszywa lub gruntu o wskaźniku różnoziarnistości  $Cu \geq 3$ , wskaźniku piaszkowym  $WP \geq 35$  oraz współczynniku filtracji  $k \geq 15$  m/dobę w przypadku materacy geosyntetycznych na obszarach, na których zaprojektowano konsolidacyjne metody wzmocnienia podłoża wg wzoru amerykańskiego USBSC.

## 2.11. Grunty na nasypy zbrojone geosyntetykami

Grunty przeznaczone do nasypów zbrojonych geosyntetykami muszą spełniać, oprócz wymagań zawartych w STWiORB D-02.03.01, następujące dodatkowe wymagania:

- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi \geq 34^\circ$
- spójność  $c \geq 0$  kPa
- zawartość ziaren poniżej 0.075 mm - maksymalnie 10%.
- wskaźnik różnoziarnistości  $U \geq 3$
- wodoprzepuszczalność  $k \geq 6$  m/dobę

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania i ustalenia dotyczące sprzętu określono w STWiORB D-M- 00.00.00 „Wymagania Ogólne”. Sprzęt musi być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Wykonawca odpowiedzialny jest za szczegółowy dobór sprzętu zapewniający prawidłowe wykonanie robót określonych w Dokumentacji Technicznej oraz zgodnie z założoną technologią. Sprzęt powinien zapewnić wykonanie robót odpowiednio do warunków gruntowych i wymagań określonych w STWiORB oraz w projekcie.

Wykonawca robót powinien dysponować odpowiednim parkiem maszynowym (części, zapasowe maszyny) dla

zapewnienia ciągłości robót w przypadku awarii sprzętu.

Sprzęt używany do wykonania każdego z elementów robót musi być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

### 3.2. Sprzęt do wykonania wzmocnienia

W zależności od potrzeb Wykonawca powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- do wykonania kolumn DSM maszyny wiertnicze oraz węzeł mieszająco-tłoczący. Zastosowana maszyna oraz konstrukcja i napęd mieszadła muszą zapewniać pogrążenie końcówki mieszającej na podaną w projekcie głębokość oraz osiągnięcie projektowanej średnicy kolumn. Kształt, rozmiar i umiejscowienie łopatek końcówki mieszającej powinno zapewnić należyte wymieszanie gruntu z zaczynem cementowym w sposób ciągły na całej długości kolumn. Średnicę kolumny DSM, wynikającą z rozmiaru końcówki mieszającej obracanej w gruncie, należy przyjąć zgodnie z projektem.

Wiertnica zastosowana do wykonania robót musi być wyposażona w automatyczny układ monitorujący przebieg mieszania gruntu in situ, umożliwiający rejestrowanie co najmniej: numeru kolumny, daty oraz godziny rozpoczęcia i zakończenia formowania kolumny, czasu i liczby wykonanych cykli mieszania, prędkości obrotowej żerdzi, głębokości pogrążenia mieszadła w podłoże w każdym cyklu, objętości (ilości) wypompowanego zaczynu.

Ze względu na możliwe uszkodzenie czujników pomiarowych zakłada się, że sprawność zastosowanego systemu automatycznej rejestracji powinna umożliwić rejestrację co najmniej 90% wykonanych kolumn. Niezależnie od systemu automatycznej rejestracji operator maszyny musi dysponować urządzeniami kontrolnymi pozwalającymi na obserwację i sterowanie procesu wykonywania każdej kolumny nawet w przypadku awarii systemu automatycznego, co pozwala wyeliminować nieuzasadnione przerwy robót.

Węzeł mieszająco-tłoczący musi umożliwiać bieżące i odpowiednio wydajne przygotowanie odpowiedniej ilości zaczynu wiążącego na terenie budowy, bez konieczności okresowego wstrzymywania pracy wiertnicy w fazie mieszania. Pompa musi zapewnić ciągłe podawanie zaczynu, w kontrolowany sposób

- do wykonania kolumn CMC palownice wyposażoną we wciągarkę dolną z min siłą docisku 200kN, pompę do betonu o minimalnym ciśnieniu roboczym 50 bar, świder przemieszczeniowy o średnicy 0,36m, sprzęt pomocniczy: koparko – ładowarkę, koparkę. Użyty sprzęt powinien zapewnić: – pionowy nacisk na świder przemieszczeniowy w trakcie wiercenia otworu w gruncie ok. 150 kN (w kierunku pionowym). – automatyczną rejestrację wykonania kolumny, która obejmuje podstawowe parametry produkcyjne takie jak: - numer kolumny, - datę i godzinę rozpoczęcia wiercenia, - ciągły zapis zagłębienia i prędkości penetracji świda i oporu wiercenia, - parametry betonowania: w tym ciśnienie mieszanki betonowej - objętość wbudowanego iniektu. - czas wykonania.
- do wykonania kolumn MSC specjalnie dostosowana stalowa rura, która w miejscu złącza z jednostką sprzętową jest połączona z wibratorem generującym drgania pionowe. Użyty sprzęt powinien zapewnić automatyczną rejestrację wykonania kolumny, która obejmuje podstawowe parametry produkcyjne takie jak: - numer kolumny, głębokość wykonania kolumny, zużycie iniektu, pobór energii wibratora.
- do wymiany gruntu koparki lub koparko-ładowarki, równiarki, spycharki lub układarki do rozkładania materiału platformy, walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne do zagęszczania materiału platformy. W miejscach trudno dostępnych należy stosować zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne. Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na właściwości gruntu, zarówno w miejscach jego naturalnego zalegania, jak też w czasie odpajania, transportu, wbudowania i zagęszczania.
- do układania geosyntetyków układarki o prostej konstrukcji, umożliwiające rozwijanie geosyntetyku ze spuli, np. przez podwieszenie rolki do wysięgnika koparki, ciągnika, ładowarki itp. (choć w większości przypadków układanie geosyntetyków może odbywać się ręcznie),
- do wykonania robót ziemnych ładowarki, koparki, równiarki, walce, płyty wibracyjne, ubijaki mechaniczne itp. odpowiadające wymaganiom STWiORB D-02.03.01.

Dopuszcza się ręczne układanie geosyntetyków.

Sprzęt powinien odpowiadać wymaganiom określonym w Projekcie technologicznym lub instrukcji producenta i powinien być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

## 4. TRANSPORT

### 4.1. Wymagania ogólne dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu określono w STWiORB D-M- 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

Transport materiałów, urządzeń pomocniczych i sprzętu powinien odbywać się dowolnymi środkami transportowymi w sposób zabezpieczony przed uszkodzeniami.



## 4.2. Transport i składowanie materiałów do wykonania kolumn CMC

Transport, rozładunek i montaż maszyn powinien odbywać się z zachowaniem wszystkich wymogów odnośnie przewozu maszyn budowlanych i zasad BHP.

Transport mieszanki betonowej zgodnie z wymaganiami odpowiednich STWiORB.

## 4.3. Transport i składowanie kolumn DSM

Transport, rozładunek i montaż maszyn powinien odbywać się z zachowaniem wszystkich wymogów odnośnie przewozu maszyn budowlanych i zasad BHP.

Załadunek, transport, rozładunek, składowanie, mieszanie i podawanie zaczynu cementowego do wykonania kolumn DSM powinno odbywać się z zachowaniem odpowiednich przepisów BHP oraz zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Transport powinien być tak prowadzony, aby nie powodować zanieczyszczeń dróg i ulic.

## 4.4. Transport i składowanie kolumn MSC

Transport, rozładunek i montaż maszyn powinien odbywać się z zachowaniem wszystkich wymogów odnośnie przewozu maszyn budowlanych i zasad BHP.

Załadunek, transport, rozładunek, składowanie, mieszanie i podawanie iniektu do wykonania kolumn MSC powinno odbywać się z zachowaniem odpowiednich przepisów BHP oraz zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Transport powinien być tak prowadzony, aby nie powodować zanieczyszczeń dróg i ulic.

## 4.5. Transport i składowanie geosyntetyków

Geosyntetyki mogą być transportowane dowolnymi środkami transportu, pod warunkiem:

- opakowania bel (rolek) folią, brezentem lub tkaniną techniczną,
- zabezpieczenia opakowanych bel przed przemieszczaniem się w czasie przewozu,
- ochrony przed zawilgoceniem i nadmiernym ogrzaniem,
- niedopuszczenia do kontaktu bel z chemikaliami, tłuszczami oraz przedmiotami mogącymi zniszczyć geosyntetyk.

Wykonawca powinien zadbać, aby transport, przenoszenie, przechowywanie i zabezpieczanie geosyntetyków były wykonywane w sposób nie powodujący mechanicznych lub chemicznych ich uszkodzeń.

## 4.6. Transport gruntu

Grunt przeznaczony do wbudowania powinien być przewożony zgodnie z wymaganiami STWiORB D-02.03.01.

# 5. WYKONANIE ROBÓT

## 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB D-M- 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

Roboty należy wykonywać zgodnie z Dokumentacją Projektową uwzględniając dyspozycje w niej zawarte oraz z wymaganiami norm, aprobat technicznych, zaleceń i instrukcji producentów/dostawców materiałów. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca zobowiązany jest do zapoznania się z odpowiednimi dokumentami dotyczącymi wykonywanych robót.

Należy także uwzględnić wpływ kolejności i sposobu wykonywania wzmocnienia (w tym również odwadnianie wykopów) oraz terminy i kolejność wykonywania innych robót na obszarach projektowanych wzmocnień lub do niej przyległych - na spełnienie wymagań dotyczących prawidłowego postępu całości robót na tych odcinkach. W szczególności należy skoordynować roboty związane z projektowanymi obiektami inżynierskimi, istniejącym i projektowanym uzbrojeniem na- i podziemnym, innymi rodzajami wzmocnień podłoża itp.

Wykonawca przed przystąpieniem do robót opracuje i przedstawi Inżynierowi/Inspektorowi nadzoru do akceptacji:

- projekty technologii i organizacji oraz harmonogram robót,
- projekty próbnego obciążenia pali.

## 5.2. Uzupełniające badania geotechniczne

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przeprowadzi badania kontrolne (odwierty i sondowania) w celu uszczegółowienia zasięgu zaprojektowanego wzmocnienia. Głębokość badań kontrolnych należy tak dobrać, aby zagłębiały się one minimum 3 m w warstwę gruntów nośnych podścielających grunty słabonośne podlegające wzmocnieniu/ minimum 2 m poniżej spągu gruntów słabonośnych podlegających wymianie. Zakres oraz lokalizację badań kontrolnych należy uzgodnić z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru.

Należy zwrócić uwagę na ewentualne stwierdzenie w miejscu zaprojektowanych kolumn DSM występowania gruntów

organicznych, ponieważ w zależności od ich rodzaju i stanu, a także od procentowej zawartości części organicznych w gruncie, wykonanie kolumn DSM może być ograniczone lub niemożliwe. W takim przypadku Inżynier/Inspektor Nadzoru w porozumieniu z Projektantem podejmą odpowiednie decyzje odnośnie dalszego postępowania.

### 5.3. Projekt technologiczny

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca przedstawi Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt technologii i organizacji (projekt technologiczny) oraz harmonogram robót uwzględniający wszystkie uwarunkowania w jakich będą wykonywane roboty związane ze wzmocnieniem podłoża (m.in. sytuacyjne, geologiczne i wodne, szczególne), występujące na terenie robót. Należy także uwzględnić wpływ kolejności i sposobu wzmocnienia gruntu oraz terminy i kolejność wykonywania innych robót na obszarach projektowanego wzmocnienia lub do nich przyległych - na spełnienie wymagań dotyczących prawidłowego postępu całości robót na odcinkach przewidywanego wzmocnienia. W szczególności należy skoordynować roboty związane z projektowanymi przepustami i przejściami ekologicznymi, podporami obiektów inżynierskich, istniejącym i projektowanym uzbrojeniem nad- i podziemnym, innymi rodzajami wzmocnień podłoża itp.

Projekt Technologiczny wzmocnienia powinien zawierać w szczególności:

- schemat etapowania wznoszenia nasypu przeciążającego wrysowany na przekroju podłużnym drogi,
- obliczenia weryfikujące stateczność nasypu na każdym etapie wznoszenia nasypu przeciążającego (o ile nie zostały przeprowadzone na etapie projektu wykonawczego),
- szczegółowy plan rozmieszczenia kolumn DSM/CMC/MSK, łącznie z odpowiednią numeracją kolumn, umożliwiającą ich identyfikację na planie i w dokumentacji robót,
- lokalizację wykonanych badań geotechnicznych,
- wyniki wykonanych uzupełniających badań geotechnicznych,
- lokalizację projektowanych oraz istniejących (pozostawionych) instalacji podziemnych w obszarze robót,
- opis technologii i charakterystykę sprzętu do wykonania robót,
- specyfikację materiału,
- sposób wykonania i warunki kontroli robót,
- szczegółowy plan rozmieszczenia wzmocnienia

### 5.4. Roboty przygotowawcze

Roboty przygotowawcze dotyczą ustalenia lokalizacji wzmocnień, wytyczenie trasy. Odtworzenie trasy i punktów wysokościowych, a także pozostałe prace przygotowawcze powinny odpowiadać wymaganiom STWiORB D 01.00.00. Przygotowanie podłoża wymaga:

- wykonania inwentaryzacji stanu technicznego istniejących budynków, budowli i obiektów infrastruktury sąsiadujących z terenem robót, będących w zasięgu drgań powstałych w trakcie wzmocnienia podłoża, w trakcie prowadzenia robót należy na bieżąco kontrolować stan techniczny budynków i budowli oraz innych konstrukcji wzmacniających wykonanych przed rozpoczęciem robót a znajdujących się w ich bezpośrednim sąsiedztwie; w przypadku złożonych oraz skomplikowanych warunków gruntowych obserwacji należy poddać również obiekty zlokalizowane w większej odległości, w razie potrzeby na obserwowanych obiektach należy zainstalować specjalistyczny system do pomiaru wibracji i drgań,
- przeprowadzenia obliczeń i pomiarów geodezyjnych niezbędnych do szczegółowego wytyczenia robót oraz ustalenia punktów wysokościowych,
- przygotowania terenu w zależności od jego stanu (usuwanie przeszkód, oczyszczanie, wyrównanie, ścinanie, schodkowanie, odwodnienie itp.),
- przygotowania dróg technologicznych, o ile występuje konieczność ich odrębnego wykonania (w stosunku do dróg związanych z wykonaniem zasadniczych robót ziemnych drogowych).

Zapewnienie bezpieczeństwa budowli i konstrukcji znajdujących się na przyległym do robót terenie (w bezpośrednim sąsiedztwie oddziaływania robót) należy do obowiązków Wykonawcy.

Wykonawca odpowiada za ochronę instalacji na powierzchni terenu i urządzeń podziemnych zlokalizowanych na terenie prowadzenia robót, które zostały wykazane w dokumentacji dostarczonej przez Zamawiającego. Wykonawca zapewni właściwe oznaczenie i zabezpieczenie tych instalacji przed uszkodzeniem. W przypadku natrafienia w trakcie realizacji robót na nie zinwentaryzowane konstrukcje bądź urządzenia podziemne, należy niezwłocznie przerwać roboty, zabezpieczyć urządzenie oraz powiadomić o tym Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a dalsze prace prowadzić dopiero po uzgodnieniu dalszego trybu postępowania.

W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania niezainwentaryzowanych instalacji podziemnych lub niewypałów należy przeprowadzić odpowiednie badania geofizyczne podłoża i wykonać odkrywki instalacji.

Wykonawca przystąpi do wykonywania robót na danym obszarze po zakończeniu robót przygotowawczych (pomiarowych, wycince drzew, rozbiórkach, usunięciu innych przeszkód, wykonaniu dodatkowych badań geotechnicznych itp.), wytyczeniu zakresu wzmocnienia i wyrażeniu zgody przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Lokalizację miejsc wykonania kolumn DSM należy wyznaczyć geodezyjnie lub na podstawie domiaru taśmą pomiarową

do bazowych punktów osnowy, wyznaczonych geodezyjnie, i odpowiednio oznaczyć w terenie za pomocą szpilki lub kołka drewnianego. Dokładność wytyczenia środka kolumny nie powinna przekraczać tolerancji  $\pm 10$  cm.

### 5.5. Wykonanie platformy roboczej

Przygotowanie podłoża pod wykonanie platformy roboczej obejmuje:

- usunięcie soczewek słabego gruntu (gruntu o zdecydowanie gorszych parametrach występującego lokalnie w podłożu platformy roboczej, którego obecność mogłyby doprowadzić do utraty stabilności platformy),
- usunięcie ewentualnych przeszkód zalegających w gruncie (pozostałości konstrukcji, uzbrojenia podziemnego terenu itp.) bezpośrednio pod platformą lub/i mogących utrudniać wykonanie robót prowadzonych z platformy;
- zasypanie pustek i wykopów wraz z zagęszczeniem zasypek;
- wyrównanie podłoża;
- zapewnienie odprowadzenia wód opadowych.

W przypadku robót prowadzonych na słabonośnym podłożu (torfowiskach) zaleca się pozostawienie wierzchniej warstwy kożucha roślinnego celem dodatkowej stabilizacji podłoża gruntowego - każdorazowo takie rozwiązanie musi być przedmiotem akceptacji Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Pod warstwą materiału platformy układanego na podłożu z gruntów spoistych należy ułożyć geowłókninę separacyjną. Geowłókninę należy układać zgodnie z zaleceniami producenta.

Materiał należy układać i zagęszczać warstwami o grubości dostosowanej do rodzaju materiału i możliwości wykorzystywanego sprzętu. Grubości układanych i zagęszczanych kolejno warstw materiału platformy nie powinna przekraczać  $0.3 \div 0.5$  m.

Geosyntetyki wzmacniające należy wbudowywać pod lub w warstwy materiału platformy zgodnie z projektem technologicznym i zaleceniami producenta.

Należy szczególną uwagę zwrócić na właściwe przygotowanie podłoża pod geosyntetyki wzmacniające pod względem równości i braku ostrych elementów mogących powodować uszkodzenie napiętego geosyntetyku.

Należy zapewnić wymagane zakłady oraz naddatki geosyntetyków na krawędziach w strefie kotwienia poza obszarem roboczym platformy.

Wykonawca zobowiązany jest do utrzymania platform roboczych w trakcie prowadzonych robót. Występujące w trakcie robót uszkodzenia zagrażające bezpiecznemu użytkowaniu platformy roboczej zgodnie z jej przeznaczeniem należy na bieżąco naprawiać metodami stosowanymi przy wykonaniu platformy.

### 5.6. Wykonanie nasypu przeciążającego

Wykonawca przed przystąpieniem do robót powinien wykonać kontrolne badania geotechniczne wytrzymałości gruntów organicznych pod nasypem (w jego osi oraz pod krawędziami), w celu wyznaczenia wielkości "zerowych", pozwalających na ocenę szybkości procesu wzmacniania podłoża. Rodzaj i częstotliwość badań geotechnicznych powinna wynikać z rozwiązań przyjętych przez Wykonawcę oraz pozwalać na prawidłowe opracowanie projektu technologicznego i realizację robót zgodnie z wymaganiami STWiORB.

Wykonawca przystąpi do wykonywania nasypów przeciążających po wykonaniu pomiaru odkształceń reperów oraz innych systemów pomiarowych na danym obszarze, a także po wykonaniu inwentaryzacji geodezyjnej górnej powierzchni robót ziemnych, na której będzie układany nasyp przeciążający. Pomiarów należy dokonać w każdej poprzeczce projektowej, przynajmniej w trzech punktach (w osi oraz na krawędziach korony nasypu).

Metoda budowy oraz rozbiórki nasypu przeciążającego nie odbiega od typowych robót ziemnych opisanych w STWiORB D-02.01.01 oraz D-02.03.01, z tym że nie wymaga się dla tych konstrukcji uzyskiwania i kontroli wskaźników zagęszczenia gruntu pod warunkiem, że nasyp przeciążający w całości zostanie rozebrany. Docelową wysokość nasypu przeciążającego należy określić w Dokumentacji Projektowej dla poszczególnych odcinków wzmocnienia podłoża. W ramach projektów technologicznych oraz po uwzględnieniu wyników prowadzonych na bieżąco pomiarów parametrów wzmacnianego (metodami konsolidacyjnymi) gruntu Wykonawca określi etapy wznoszenia nasypów przeciążających.

Wykonawca jest zobowiązany do ciągłej kontroli warunków gruntowo – wodnych i porównywania ich z danymi zawartymi w Dokumentacji Projektowej oraz odpowiedniego dobrania sprzętu do ewentualnego odwadniania wykopów. Po wykonaniu przeciążenia, celem określenia końca czasu konsolidacji, będzie prowadzony monitoring osiadań. Pomiary osiadań prowadzone będą w stałych jednostkach czasu. Na podstawie wyników Projektant wzmocnienia zadecyduje o końcu przeciążenia i konsolidacji gruntu.

Należy zapewnić możliwość wjazdu sprzętu budowlanego na koronę nasypu przeciążającego poprzez wykonanie ramp o odpowiednim nachyleniu.

W trakcie budowy nasypów przeciążających należy bezwzględnie pilnować, aby zniszczeniu nie uległ system pomiaru przemieszczeń (repery talerzowe i inne). Podobnie należy postępować w trakcie jego rozbiórki.

## 5.7. Wykonanie kolumn betonowych CMC

Do wykonywania kolumn CMC należy zastosować odpowiednio zaprojektowany świder przemieszczeniowy, który rozpychając istniejący grunt tworzy przestrzeń, w której zostaje wykonana kolumna betonowa. Precyzyjne wykonanie otworu zapewnia maksymalną wartość tarcia na pobocznicach kolumn CMC. Kiedy wykonujący otwór świder osiągnie wymaganą głębokość, rozpoczyna się pompowanie mieszanki betonowej pod dużym ciśnieniem przez otwór umieszczony w rdzeniu świdra. Zakończenie procesu formowania kolumny następuje w chwili zaobserwowania na urządzeniu rejestrującym wyraźnego wzrostu oporu wiercenia, co sygnalizuje osiągnięcie przez świder warstwy gruntu o większej nośności. Średnie zagłębienie kolumny w warstwie gruntu o większej nośności wynosi 0,5 m. Kolumna wykonywana jest równolegle z podciąganiem wiertła do góry, niemal natychmiast po przemieszczeniu gruntu poza obręb otworu. Dzięki takiej technologii kolumna wykonywana jest precyzyjnie zgodnie z założeniami projektowymi. Wyeliminowane zostaje niebezpieczeństwo uszkodzenia ścian otworu podczas procesu wykonywania kolumny. Nie dochodzi do mieszania się gruntu z podawaną mieszanką betonową.

Po wykonaniu kolumn należy wyrównywać i przypowierzchniowo dogęścić podłoże w poziomie ułożenia geosyntetyku bazowego.

Materac geosyntetyczny należy wykonać zgodnie z pkt. 5.13.

## 5.8. Wykonanie kolumn DSM

Technologia mieszania gruntu na mokro (DSM) polega na wykonaniu wzdłuż wyznaczonych osi, przylegających do siebie pionowych kolumn o zadanej średnicy i długości, powstałych przez mechaniczne wymieszanie w warunkach in situ gruntu i zaczynu cementowego, tłoczonego rurociągiem pod ciśnieniem w kontrolowany sposób za pomocą pomp.

Mieszanie wykonuje się z wykorzystaniem wiertnicy wyposażonej w mieszadło skrawająco-mieszające, przy czym proces mieszania jest kilkakrotnie powtarzany w kierunku pionowym w celu poprawienia jednorodności kolumn i szczelności przesłony. Prędkości pograżania i podciągania mieszadła oraz prędkości obrotowe i ilość podawanego zaczynu dobiera się odpowiednio do rodzaju gruntu, warunków wodnych w ośrodku gruntowym i wymaganych właściwości materiału kolumn DSM. Mieszanie wgłębne odbywa się bez udziału wibracji i wstrząsów.

Wykonanie kolumn DSM obejmuje przygotowanie zaczynu w mieszalniku oraz formowanie kolumn w gruncie z poziomu powierzchni roboczej za pomocą wiertnicy z zamontowaną na niej końcówką mieszającą.

Zaczyn cementowy przygotowujący w mieszalniku powinien mieć odpowiednią gęstość objętościową (lub ekwiwalentnie stosunek w/c), którą optymalizuje się na miejscu zależnie od obserwowanego przebiegu mieszania; typowe gęstości wynoszą  $1,50 \div 1,70 \text{ g/cm}^3$  ( $0,7 \leq w/c \leq 1,1$ ).

Przed rozpoczęciem pompowania operator stacji sprawdza gęstość każdej partii przygotowanego zaczynu za pomocą areometru i notuje wynik pomiaru w odpowiednim formularzu kontrolnym.

Końcówkę mieszającą wiertnicy należy ustawić ponad oznakowanym punktem wyznaczającym oś kolumny. Następnie końcówkę mieszającą wkręca się w grunt pompując równocześnie zaczyn cementowy z ustaloną prędkością przepływu (w litrach/minutę). Otwór wylotowy zaczynu znajduje się na końcu świdra, a wiertnica jest połączona z mieszalnikiem za pomocą węża.

Po osiągnięciu głębokości określonej w projekcie następuje naprzemienne podnoszenie i opuszczanie obracanej końcówki mieszającej. Czynności te są powtarzane (zwykle od 3 do 4 razy) w celu dobrego wymieszania zaczynu z gruntem, co ma istotne znaczenie przy formowaniu kolumn w gruntach uwarstwionych i spoistych.

Całkowita ilość zaczynu cementowego użytego do wykonania kolumny DSM powinna być mierzona za pomocą przepływomierza.

W obszarze wykonanych kolumn nie dopuszcza się ruchu ciężkiego sprzętu. Przystąpienie do prac przy wykopach fundamentowych oraz do skracania kolumn do wymaganego poziomu należy uzgodnić z Inżynierem Budowy podwykonawcy odpowiedzialnego za wykonanie kolumn.

Przystąpienie do dalszych robót oraz do ewentualnego skracania kolumn do wymaganego poziomu należy uzgodnić z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru oraz Wykonawcą odpowiedzialnym za wykonanie kolumn.

Wszelkie wykopy w pobliżu wykonanych kolumn DSM, które mogłyby mieć niekorzystny wpływ na wykonane wzmocnienie podłoża, wymagają wnikliwej analizy i zgody Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Szczególną ostrożność należy zachować przy jednostronnym odkopywaniu kolumn, co powinno podlegać szczególnemu nadzorowi.

W obszarze wykonanych kolumn nie dopuszcza się ruchu ciężkiego sprzętu. W razie konieczności przejazdu ponad głowicami kolumn, należy zapewnić odpowiednią warstwę ochronną zapobiegającą ich uszkodzeniu.

Przed wykonaniem projektowanych warstw i konstrukcji nad kolumnami oraz nasypu drogowego, platformę/powierzchnię roboczą należy wyrównać i/lub ścieć uformowane kolumny do wymaganego poziomu projektowego za pomocą koparki z łyżką o gładkiej krawędzi (nie należy stosować łyżki z zębatą krawędzią) lub rozkuć kolumny. Głowice kolumn DSM po skuciu lub ścięciu do wymaganego poziomu nie mogą być narażone na przemarzanie.

Odlamane, pęknięte lub rozkruszone fragmenty kolumn należy usunąć, a ewentualne ubytki w przekroju poprzecznym kolumn wymagają uzupełnienia.

Grunt dookoła kolumn i pomiędzy nimi należy wyrównać i powierzchniowo zagęścić odpowiednią zagęszczarką płytową do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia przynajmniej  $I_s=0,97$  w celu przygotowania powierzchni dla wykonania nasypu drogowego.

### 5.9. Wykonanie kolumn MSC

Do wykonywania kolumn MSC należy zastosować odpowiednio zaprojektowaną rurę stalową, która przy użyciu niewielkiej jednostki sprężetowej poprzez wibrator generujący drgania w kierunku pionowym pogrąży narzędzie w grunt na odpowiednią głębokość. Po uzyskaniu żądanej głębokości następuje podciąganie narzędzia przy jednoczesnym pompowaniu odpowiednio dobranego iniektu.

Po wykonaniu kolumn należy wyrównywać i przypowierzchniowo dogęścić podłoże w poziomie ułożenia geosyntetyku bazowego.

Materac geosyntetyczny należy wykonać zgodnie z pkt. 5.13.

### 5.10. Wymiana gruntu

Wykonawca przed przystąpieniem do robót wykona inwentaryzację stanu technicznego istniejących budynków, budowli i obiektów infrastruktury sąsiadujących z terenem robót, będących w zasięgu drgań powstałych w trakcie zagęszczania gruntu. Zapewnienie bezpieczeństwa budowli i konstrukcji znajdujących się na przyległym do robót terenie (w bezpośrednim sąsiedztwie oddziaływania robót) należy do obowiązków Wykonawcy.

Wykonawca przystąpi do wykonywania wymiany gruntu na danym obszarze po zakończeniu robót przygotowawczych (pomiarowych, zdjęciu humusu, wycince drzew, rozbiórkach, usunięciu innych przeszkód, wykonaniu badań kontrolnych itp.), wytyczeniu zakresu wymiany i wyrażeniu zgody przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Wykonawca jest zobowiązany do ciągłej kontroli warunków gruntowo – wodnych doboru odpowiedniego sprzętu do ewentualnego odwadniania wykopów.

Jeżeli na terenie robót stwierdzi się występowanie urządzeń podziemnych nie przewidzianych w Dokumentacji Projektowej (urządzenia instalacyjne, wodociągowe, kanalizacyjne, ciepłne, gazowe, elektryczne, inne kablowe itp.), wówczas roboty należy wstrzymać, powiadomić o tym Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a dalsze prace prowadzić dopiero po uzgodnieniu trybu postępowania z instytucjami sprawującymi nadzór nad tymi urządzeniami.

W przypadku natrafienia w wykonywanym wykopie na materiały nadające się do dalszego użytku, grunty zasadniczo odmienne niż wskazane w Dokumentach przekazanych przez Zamawiającego i w Dokumentacji Projektowej, kurzawkę lub wystąpienie innych sytuacji nietypowych lub nieprzewidzianych, roboty ziemne należy przerwać (wstrzymać) i powiadomić Inżyniera/Inspektora Nadzoru w celu ustalenia odpowiednich sposobów dalszego postępowania. Każdorazowo, w sytuacji nietypowej lub nie przewidzianej, decyzję o kontynuacji robót podejmie Inżynier/Inspektor Nadzoru.

Po wykonaniu wymiany, przed rozpoczęciem budowy nasypu, Wykonawca zinwentaryzuje geodezyjnie górną powierzchnię wbudowanego gruntu. Pomiary należy wykonać w przekrojach zgodnych z poprzeczkami zawartymi w dokumentacji projektowej (branża drogowa). W jednej poprzeczce należy wykonać przynajmniej 3 pomiary, w osi drogi oraz pod zewnętrznymi krawędziami nasypów. Gdy wymiana gruntów wykonywana jest jedynie pod częścią nasypu drogowego, pomiary należy wykonać na jej (wymiany) krawędziach oraz w osi drogi. Wyniki pomiarów geodezyjnych górnej powierzchni wymiany w postaci operatu należy dołączyć do dokumentacji powykonawczej.

Zapewnienie bezpieczeństwa budowli i konstrukcji znajdujących się na przyległym do robót ziemnych terenie (w bezpośrednim sąsiedztwie oddziaływania robót) należy do obowiązków Wykonawcy.

Metoda wykonania oraz zabezpieczenia wykopów powinna być dobrana w zależności od wielkości robót, głębokości wykopu, ukształtowania terenu, rodzaju gruntu, warunków wodnych oraz odpowiadającego sprzętu.

Zakłada się, że roboty ziemne związane z wymianą gruntów słabonośnych zostaną wykonane w tymczasowych wykopach szerokoprzestrzennych, bez umocnienia. Jeżeli jest to określone w Dokumentacji Projektowej, przed usuwaniem zalegającego gruntu należy wykonać stałe ścianki szczelne z grodzic stalowych (sposób wykonania według odrębnej specyfikacji). Usunięcie gruntów słabonośnych zalegających poniżej poziomu wody gruntowej należy się wykonać poprzez bagrowanie.

W celu uniknięcia ryzyka utraty stateczności skarp, wymiana powinna być wykonywana krótkimi odcinkami umożliwiającymi natychmiastowe wypełnienie wykopu i zagęszczenie gruntu zasypowego. Sposób wykonania skarp wykopu powinien gwarantować ich stateczność w całym okresie prowadzenia robót, a naprawa uszkodzeń wynikających z nieprawidłowego ukształtowania skarp wykopu, ich podcięcia lub innych odstępstw obciąża Wykonawcę robót ziemnych. Stan skarp należy sprawdzać okresowo w zależności od występowania czynników niekorzystnych (opady atmosferyczne, mróz itp.).

Wydobycie słabego gruntu należy prowadzić do osiągnięcia poziomu stropu warstw nośnych, zwracając uwagę na

całkowite usunięcie takich gruntów ze wskazanych obszarów wymiany, przy jednoczesnym nienaruszeniu struktury gruntu nośnego na osiągniętym poziomie. Ponieważ struktura gruntów (zwłaszcza spoistych) może być łatwo naruszona przy wykonywaniu robót ziemnych za pomocą sprzętu mechanicznego poruszającego się po dnie wykopu, należy zorganizować roboty tak, aby zminimalizować taką możliwość. Można to osiągnąć np. poprzez wykonywanie robót małymi odcinkami przy sprzęcie poruszającym się poza obrębem wykopu lub też można pozostawić nienaruszoną warstwę gruntu (30÷50 cm) ponad poziomem dna i warstwę tę usunąć możliwie na krótko przed przystąpieniem do wykonywania zasypki.

W przypadku przegłębienia wykopów poniżej przewidzianego poziomu należy porozumieć się z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru celem podjęcia odpowiednich działań. Naprawa uszkodzeń powierzchni robót ziemnych, wynikających z niedotrzymania podanych powyżej warunków, obciąża Wykonawcę robót.

W miejscach, gdzie będzie to możliwe, w gruncie mineralnym należy wykonać stopnie o wysokości od 0.5 do 1.0 m, zgodnie z wymaganiami normy PN-S-02205 „Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania”.

Bezpośrednio po wykonaniu wykopów należy dno wykopu zabezpieczyć przed negatywnymi skutkami czynników atmosferycznych, mechanicznych, itp. Sposób zabezpieczenia proponuje Wykonawca. Nie należy dopuszczać do pozostawienia otwartego wykopu po wybraniu gruntu nienośnego bez uzupełnienia wymagany materiałem zasypowym; należy dążyć do natychmiastowego wypełniania wykopu z zagęszczaniem gruntu zasypowego. W wypadku, gdy Wykonawca pozostawi wykop niezabezpieczony, a parametry gruntu w podłożu wykopu ulegną pogorszeniu, koszt doprowadzenia gruntu do wymaganych parametrów obciąża Wykonawcę.

Odspojone i wydobyte z wykopów grunty, nie nadające się do wbudowania w nasyp, należy odwieźć na odkłady.

Wbudowanie gruntu nośnego winno nastąpić po sprawdzeniu czy cały wykop jest pozbawiony gruntów słabych podlegających wymianie, a dno wykopu jest bez zanieczyszczeń obcych. Ponadto należy sprawdzić, czy grunty zalegające pod warstwą nienośną są zgodne z podanymi w dokumentach przekazanych przez Zamawiającego.

Do zasypywania należy użyć gruntów wskazanych w pkt 2 niniejszych STWiORB, pozyskanych wg zasad prowadzenia robót w dokopie wg STWiORB D.02.03.01. Mogą to być także grunty pobrane z innych wykopów, pod warunkiem spełnienia powyższych wymagań oraz pozbawione zanieczyszczeń, zmarzlin.

W jednym wykopie mogą być wbudowane różne grunty niespoiste pod warunkiem uzyskania wymaganych parametrów w całej objętości.

Przy wypełnianiu wykopów gruntem zasypowym należy przestrzegać zasad jak dla wykonania nasypów według STWiORB D.02.03.01.

Wykopy należy zasypywać do poziomu wskazanego w Dokumentacji Projektowej, a jeżeli nie jest jednoznacznie wskazany, to do poziomu terenu istniejącego, z którego grunt był usuwany. Górna, ostatnia warstwa zasypki wykopów, o grubości 50 cm, stanowi podłoże (podstawę) wznoszonych nasypów drogowych.

### ***Wymiana gruntów w przypadku wysokiego poziomu wód gruntowych***

W przypadku występowania wysokiego poziomu wód gruntowych i trudności z wykonaniem wymiany gruntu w wykopie, wzmocnienie podłoża należy przeprowadzić według następujących zasad:

- 1) Usunięcie warstwy humusu – jeśli istnieje - przykrywającej grunty słabonośne.
- 2) Grunty słabonośne należy usuwać mechanicznie od czoła przy użyciu koparek (podsiębiernych, chwytakowych lub zbierakowych), zwracając szczególną uwagę na dokładność wymiany, aby nie zostawiać w podłożu „gniazd” gruntów słabonośnych. Na bieżąco należy kontrolować rodzaj wybieranego gruntu. Wskazane jest przeciążanie czoła nasypu chwilowo deponowanym materiałem ziemnym. Wysokość takiego nasypu przeciążającego wynosi około 1.5÷2.0m. W miejscach gdzie będzie to możliwe, w gruncie mineralnym należy wykonać stopnie o wysokości od 0.5 do 1.0 m, zgodnie z wymaganiami normy PN-S-02205 „Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania”.
- 3) Grunt nienośny należy odwieźć w miejsce składowania (na odkład).
- 4) Powstałe wykopy, po stwierdzeniu, że w podłożu nie ma już gruntów słabonośnych, należy sukcesywnie wypełniać od czoła niespoistym gruntem zasypowym o dobrej zagęszczalności. Do wymiany i nadsypania terenu należy użyć gruntu niespoistego – żwiru, pospółki, piasku grubego, średniego lub drobnego. Nie dopuszcza się do zastosowania piasku pylastego.
- 5) Wbudowywanie gruntu zasypowego należy prowadzić do poziomu góry platformy roboczej, zlokalizowanej minimum 0.5 m powyżej poziomu wody gruntowej.
- 6) Należy przeprowadzić badania kontrolne, których celem jest potwierdzenie prawidłowości wykonanej wymiany - odwierty oraz sondowania w siatce orientacyjnym rozstawie 15×15 m (1 badanie na 225 m<sup>2</sup> powierzchni wymiany). W przypadku prowadzenia wymiany gruntów na dużych powierzchniach Inżynier/Inspektor nadzoru może dopuścić zwiększenie rozstawu badań kontrolnych do 25x25 m. Badania powinny zagłębiać się w warstwę gruntu rodzimego na głębokość minimum 0.5 m.
- 7) W przypadku stwierdzenia pozostawienia soczewek gruntów organicznych, miejsca te należy okonturować (zagęszczając odpowiednio badania kontrolne), po czym wykonać ponownie wymianę lub dodatkowo wzmocnić

- podłoże metodą wibrowymiany (kolumny żwirowe oraz ewentualne przeciążenie nasypem). Projekt dodatkowego wzmocnienia zostanie w razie potrzeby wykonany przez Wykonawcę na jego koszt.
- 8) Po wykonaniu wymiany należy grunt zasypowy dogęścić stosując metodę pozwalającą na uzyskanie wymaganego zagęszczenia. W miejscach, gdzie będzie to możliwe z uwagi na poziom wody gruntowej, wbudowane kruszywo należy zagęszczać za pomocą walców lub płyt wibracyjnych. W przypadku wymiany pod poziomem zwierciadła wody gruntowej kruszywo należy zagęszczać za pomocą wibroflotacji lub metodą zagęszczania dynamicznego. Rozstawy punktów zagęszczania lub wibroflotacji określi Wykonawca w projekcie technologicznym. Projekt taki powinien uwzględniać wyniki kontrolnych badań zagęszczenia po wymianie oraz parametry sprzętu do zagęszczania. W razie potrzeby należy wykonać poletko próbne, na którym przeprowadzone zostaną badania odpowiedniej metody (lub parametrów) zagęszczenia.
  - 9) Po wykonaniu zagęszczenia wgłębnego (wibroflotacja, zagęszczanie dynamiczne) powstałe leje w podłożu należy zasypać gruntem nasypowym, teren wyrównać i zagęścić powierzchniowo za pomocą walców drogowych.
  - 10) Należy przeprowadzić badania kontrolne zagęszczonego podłoża – sondowania dynamiczne (sondą lekką, średnią lub ciężką) lub statyczne (CPT lub CPTU) w siatce orientacyjnym rozstawie 15×15 m (1 badanie na 225 m<sup>2</sup> powierzchni wymiany). W przypadku prowadzenia wymiany gruntów na dużych powierzchniach Inżynier/Inspektor nadzoru może dopuścić zwiększenie rozstawu badań kontrolnych zagęszczonego podłoża do 25×25 m.
  - 11) Na górnej powierzchni wymiany należy wykonać badania kontrolne zagęszczenia wbudowanego gruntu, a także badania statyczne płytą o średnicy 300 mm, w celu określenia wtórnego modułu odkształcenia podłoża E<sub>2</sub> oraz wskaźnika odkształcenia I<sub>o</sub>.
  - 12) Po wykonaniu wymiany, uzyskaniu pozytywnych wyników badań oraz wykonaniu inwentaryzacji geodezyjnej górnej powierzchni wbudowanego gruntu można przystąpić do budowy nasypu zgodnie z dokumentacją projektową.
  - 13) W przypadku, gdy przewiduje to dokumentacja projektowa, należy wykonać dodatkowe przeciążenie nadnasypem.

### 5.11. Wykonanie geomateraca

Przed rozłożeniem geowłókniny, geotkaniny i/lub geosiatek należy stwierdzić poprawność wykonania podłoża (projektowany poziom, zagęszczenie, równość, spadki itp.) - zgodnie z ustaleniami Dokumentacji Projektowej i wymaganiami odpowiadających STWiORB. Powierzchnia podłoża powinna być równa, bez ostrych występow i wgłębień mogących powodować uszkodzenie geosyntetyku w czasie układania lub jego późniejszej pracy w trakcie budowy i eksploatacji.

Na przygotowanym i wyprofilowanym podłożu należy rozłożyć pasma geosyntetyku, pasami układanymi prostopadłe do osi podłużnej nasypu (lub równoległe do osi nasypu w warstwach wyższych - jeżeli wymaga tego Dokumentacja Projektowa). Geosyntetyki zaleca się układać na podstawie planu (projektu roboczego) opracowanego przez Wykonawcę, określającego poziom układania (rzędne), wymiary pasm, kierunek postępu robót, kolejność układania pasm, szerokość zakładów, sposób łączenia, mocowania tymczasowe itp. Przy układaniu i zasypywaniu należy przestrzegać zasad, wymagań i zaleceń zawartych w instrukcjach producentów. Metody układania powinny zapewnić przyleganie geosyntetyku do warstwy, na której jest układany, na całej jej powierzchni. Wytrzymałość w miejscach połączeń pasm powinna być co najmniej równa wytrzymałości pojedynczej warstwy geosyntetyku.

Należy bezwzględnie przestrzegać układania właściwego rodzaju i typu geosyntetyku na projektowanym poziomie warstwy, a także zachowania wymaganej długości pasma tego geosyntetyku, pozwalającego na zawinięcie każdego pasma wokół ułożonej na nim warstwy kruszywa (z zachowaniem wymaganej szerokości/długości zakładów). Łączenia pasm geosyntetyków, zamykających materac od góry, należy lokalizować w głębi nasypu, w odległości min. 3,0m. od krawędzi przyskarpowej geomateraca (najlepiej w środkowej części nasypu).

Wszystkie zakłady geowłókniny, geotkaniny lub geosiatki powinny zachować swoją szerokość w czasie układania i zagęszczania warstwy kruszywa wypełniającego geomaterac. Jeżeli szerokość wyrobu nie jest dostosowana do wymiarów konstrukcji, to rolki materiału można ciąć na potrzebny wymiar za pomocą odpowiednich urządzeń, np. noża, piły.

Do wypełnienia materacy należy użyć materiału zgodnie z pkt 2.3 niniejszych STWiORB. Na rozłożonej warstwie geosyntetyku należy ułożyć kruszywo i zagęścić do wymaganych parametrów (wskaźnik zagęszczenia oraz moduł odkształcenia E<sub>2</sub>).

Zasypywanie powinno następować od czoła pasma na ułożony materiał, po czym zasypka jest rozkładana na całej powierzchni z zastosowaniem ładowarki lub koparki, tak aby opadał on z niewielkiej wysokości na geosyntetyk. Nie można dopuścić do przesuwania i pofałdowania geosyntetyku.

Niezależnie od sposobu wbudowania, nie dopuszcza się ruchu jakichkolwiek pojazdów, maszyn i sprzętu bezpośrednio po rozłożonej warstwie geosyntetyku. Ruch taki jest możliwy po rozłożonej na nim warstwie kruszywa o grubości przynajmniej 15 cm.

Po zagęszczeniu warstwy kruszywa powinna mieć ostateczną grubość równą projektowanej grubości geomateraca - na całej jego powierzchni. Należy zwracać uwagę, aby rzędne górnej powierzchni warstwy po zagęszczeniu dokładnie odpowiadały rzędnym elementów budowli na geomateracu, zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Po wykonaniu geomateraca należy ułożyć warstwy zasypki poza jego obrysem, zgodnie z Dokumentacją Projektową i przedmiotowymi Specyfikacjami.

Sposób wykonania warstwy kruszywa powinien być zgodny z ustaleniami dokumentacji projektowej i odpowiadać wymaganiom STWiORB D-02.03.01.

W przypadku trudności z uzyskaniem wymaganych parametrów zagęszczenia oraz modułów na górnej powierzchni wykonywanego materaca należy przewidzieć wykonanie drugiego materaca, znajdującego się poniżej, według tej samej technologii. Konieczność wykonania dodatkowych materacy musi być potwierdzona przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru, wymaga się również uzyskanie pozytywnej opinii Projektanta oraz zgody Zamawiającego.

### 5.12. Wykonanie wzmocnienia nasypu

Geosyntetyki zaleca się układać na podstawie rysunków, określających poziom układania (rzędne), wymiary pasm, kierunek postępu robót, kolejność układania pasm, szerokość zakładów, sposób łączenia, mocowania tymczasowego itp. Należy rozwijać taką liczbę rolek, ile Wykonawca jest w stanie wbudować w ciągu tego samego dnia.

W przypadku skarp o pochyleniu do 45° (1:1) pasma geosyntetyku rozkłada się płasko w nasypie. Geosyntetyki należy układać prostopadłe do krawędzi skarp nasypów. Układanie pasm geosyntetyków równoległe do lica skarpy jest niedopuszczalne. W trakcie układania sąsiednich pasm geosyntetyków należy wykonać zakłady o szerokości od 15 do 30cm. Zakłady o wielkości do 100 cm są dopuszczalne jedynie w miejscach, gdzie wynikają one z przebiegu drogi na łuku poziomym. Zakłady zawsze powinno się sytuować zgodnie z kierunkiem konstruowania warstwy przekrywającej.

Aby zapobiec przemieszczaniu np. przez wiatr, pasma należy przymocować (np. wbitymi w grunt prętami w kształcie U) lub chwilowo obciążyć (np. pryzmami gruntu, workami z gruntem itp.). Należy zwrócić uwagę na ułożenie geosyntetyków bez fałd, sfalowań, zagięć. Ich powierzchnia powinna być lekko napięta.

Jeżeli szerokość wyrobu nie jest dostosowana do wymiarów konstrukcji, to rolki materiału można ciąć na potrzebny wymiar za pomocą odpowiednich urządzeń, np. noża, piły.

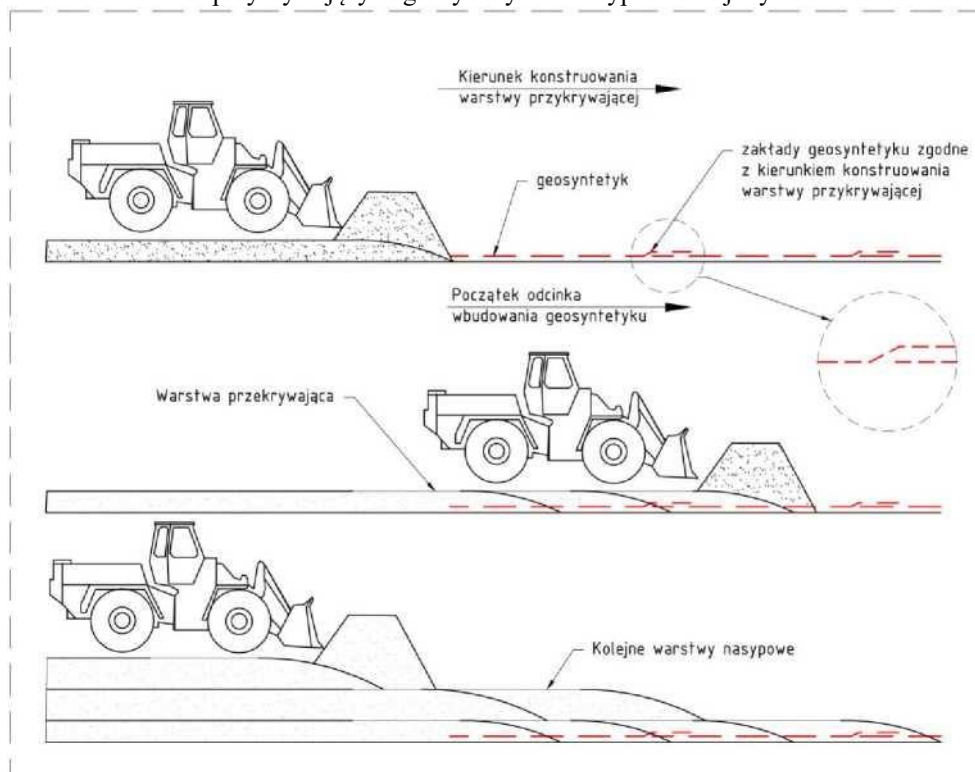
Ułożone geosyntetyki należy niezwłocznie zakryć gruntem, aby nie były narażone na ekspozycję promieni UV. Po ułożeniu geosyntetyków na przygotowanym podłożu przystępuje się do wykonania warstwy przykrywającej. Z warstwy przykrywającej należy usunąć wszystko, co mogłoby spowodować uszkodzenie produktów geosyntetycznych. Materiał na warstwę przekrywającą nie powinien być zrzucany z wywrotek z dużej wysokości w całości bezpośrednio na ułożony geosyntetyk. Zaleca się nasypanie warstwy grubszej niż największa dopuszczalna, a następnie ostrożne ścięcie jej nadmiaru. W trakcie układania pierwszej warstwy gruntu (przekrywającej) należy unikać gwałtownych manewrów, mogących spowodować uszkodzenie geosyntetyków w podłożu. Następne warstwy można już układać przesuwając grunt zrzucany z wywrotek na wcześniej ułożoną i zagęszczoną warstwę przykrywającą. Schemat nasypywania kolejnych warstw gruntu został przedstawiony na Rysunku 1.

Do równomiernego zagęszczania warstw używać należy walców gładkich. Niedopuszczalny jest ruch pojazdów gąsienicowych, walców ośladowych i innych ciężkich maszyn bezpośrednio po ułożonym materiale geotekstylnym. Wymagana jest warstwa zasypki o grubości co najmniej 15 cm.

Sposób wykonania nasypu powinien być zgodny z ustaleniami dokumentacji projektowej i odpowiadać wymaganiom STWiORB D-02.03.01.



Rys.2 Schemat układania warstw przykrywających geosyntetyki w nasypach zbrojonych



## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB D-M- 00.00.00 pkt. 6.

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne"

Badania należy wykonywać zgodnie z normami podanymi w niniejszym STWiORB.

Badania i pomiary dzielą się na:

- badania i pomiary Wykonawcy – w ramach własnego nadzoru
- badania i pomiary kontrolne – w ramach nadzoru Zamawiającego.

W uzasadnionych przypadkach w ramach badań i pomiarów kontrolnych dopuszcza się wykonanie badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych lub badań i pomiarów arbitrażowych.

Badania obejmują:

- pobranie próbek,
- zapakowanie próbek do wysyłki,
- transport próbek z miejsca pobrania do placówki wykonującej badania,
- przeprowadzenie badania,
- sprawozdanie z badań.

Pomiary obejmują terenową weryfikację zrealizowanych robót.

### 6.2. Badania i pomiary Wykonawcy- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

Zakres badań i pomiarów Wykonawcy powinien być:

- nie mniejszy niż określony w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów i wyrobów budowlanych,
- nie mniejszy niż wskazano w niniejszym STWiORB

### 6.3. Badania i pomiary kontrolne- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

### 6.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

### 6.5. Badania i pomiary arbitrażowe- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

### 6.6. Badania i pomiary przed przystąpieniem do robót– zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, Certyfikat Zgodności

ZKP/Stałości Właściwości Użytkowych, deklarację właściwości użytkowych, KOT/EOT, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),

- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.
- wykonać badania kontrolne (dwie sondy CPTU w przekroju co 25m), które umożliwią optymalizację zasięgu zaprojektowanego wzmocnienia podłoża.
- wykonać pierwsze kolumny robocze i dostosować czas rozpoczęcia wykonywania kolumn CMC do osiągnięcia przez beton konsystencji umożliwiającej połączenie na długości ok. 1,0 m.
- wykonać pierwsze kolumny robocze na każdym odcinku i dostosować opory pograżania głowicy do rozpoznanych warunków gruntowych.
- sprawdzić cechy zewnętrzne gotowych materiałów z tworzyw,
- przeprowadzić badania materiałów geosyntetycznych na podstawie wymagań zawartych w normie PN-EN 13249, uzależniając zakres badań od funkcji którą pełni dany geosyntetyk;  
Wykonawca może nie wykonywać badań wymienionych powyżej, jeżeli ze strony Producenta dostarczonego wyrobu zostanie przedłożony protokół z badań kontroli jakości wyrobu przeprowadzonych przez Producenta przed wysyłką na budowę dla danej partii wyrobu.
- przedstawić Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do akceptacji źródła poboru materiałów (kruszyw) do wypełnienia materacy;
- wykonać badania kruszywa wypełniającego materace w zakresie składu ziarnowego wg PN-EN 933-1, wskaźnika piaskowego wg PN-EN 933-8 oraz wskaźnika filtracji wg wzoru amerykańskiego USBSC.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do akceptacji.

### 6.7. Badania i pomiary w trakcie wykonywania platformy roboczej

W trakcie robót związanych z wykonaniem platformy należy kontrolować:

- spełnienie warunków/instrukcji producenta w trakcie układania geowłókniny separacyjnej;
- grubość i zagęszczenie układanych warstw materiału platformy;
- pełnienie warunków/instrukcji producenta w trakcie układania geosyntetyków wzmacniających;
- podstawowe wymiary platformy roboczej w planie (długość i szerokość) wg wymagań dokumentacji projektowej technologicznej;
  - o szerokość platformy nie powinna być mniejsza od określonej w projekcie szerokości roboczej powiększonej o wymagane szerokości skarp lub długości zakotwienia geosyntetyków wzmacniających.
  - o nierówności podłużne i poprzeczne platformy nie powinny powodować przekroczenia maksymalnych dopuszczalnych nachyleń dla sprzętu pracującego na platformie w trybie roboczym.
- nachylenia platformy, ramp zjazdowych/najazdowych i dróg dojazdowych nie większe niż wymagane w dokumentacji projektowej i DTR sprzętu budowlanego przewidzianego do wykorzystania na platformie roboczej;
- całkowitą grubość platformy z dokładnością do 10% wymiaru projektowanego;
- nośność platformy wg wymagań dokumentacji projektowej technologicznej.

Badanie nośności platformy należy przeprowadzić metodą próbných obciążeń statycznych płytą sztywną o średnicy 300mm do określenia parametrów nośności platformy, natomiast badania płytą dynamiczną do określenia jednorodności tych parametrów na obszarze roboczym platformy.

Badania nośności i zagęszczenia należy wykonać w ilości nie mniejszej niż jedno na każde 1000m<sup>2</sup> powierzchni platformy. Badanie grubości platformy roboczej należy przeprowadzić poprzez wykonanie przekopu kontrolnego (po jego zasypaniu miejsce przekopu należy ponownie zagęścić).

Kontrolę wymiarów platformy i jej nachyleń należy przeprowadzić w oparciu o inwentaryzację geodezyjną wykonanych prac.

Przed rozpoczęciem robót geotechnicznych platforma robocza podlega obiorowi przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru

### 6.8. Badania i pomiary w trakcie wykonywania nasypów przeciążających

Przydatność gruntu przeznaczonego do wbudowania w nasyp przeciążający należy kontrolować tak, jak grunt do budowy nasypów, zgodnie z STWiORB D-02.03.01 „Roboty ziemne. Wykonanie nasypów”. Powyższy zapis nie dotyczy gruntów które po rozebraniu nasypu przeciążającego zostaną usunięte z placu budowy.

Po wykonaniu nasypu przeciążającego (lub po wykonaniu jego etapu - w przypadku takiej konieczności), należy wykonać geodezyjną inwentaryzację korony nasypu przeciążającego. Pomiarów należy dokonać w każdej poprzeczce projektowej, przynajmniej w trzech punktach (w osi oraz na krawędziach korony nasypu).

### 6.9. Badania i pomiary w trakcie wykonywania kolumn betonowych CMC

Należy wykonać min. 1 próbne obciążenia grupy kolumn CMC (min 9 kolumn w grupie) do minimalnego naprężenia podłoża 150 kPa. Próbné obciążenie pojedynczych kolumn Należy wykonać min. 4 grupy kolumn po 5 sztuk. W każdej z grup należy wykonać 1 próbne obciążenia jedno obciążenie próbné środkowej kolumny do siły maksymalnej 600 kN. Dla

wszystkich wykonanych próbnych kolumn należy prowadzić metryki wykonania pozwalające na określenie wartości oporu gruntu w momencie osiągnięcia warstwy nośnej. Obciążenia próbne mają na celu potwierdzenie lub zweryfikowanie poprawności przyjętych założeń projektowych.

Kontrola wykonywania kolumn obejmuje zapis na rejestratorze parametrów wiercenia i bieżące śledzenie dokładności formowania kolumny:

- długość nie dobiegająca zasadniczo od długości projektowej (rysunek z długościami kolumn zostanie wykonany po zakończeniu badań gruntowych)
- ilość betonu nie mniejsza od wartości wynikającej z teoretycznej powierzchni kolumny pomnożonej przez długość kolumny.
- wzrost ciśnienia hydraulicznego pogrążania kolumny w czasie kotwienia w warstwie nośnej – ciśnienie P1 na metryce automatycznej
- spadek prędkości pogrążania świda w chwili zagłębienia świda w warstwę nośną uwidoczony na wykresie (charakterystyczne wyłączenie wykresu).

Wszystkie wykonane kolumny powinny mieć metryki wykonania otrzymane z automatycznego urządzenia rejestrującego, w przypadku awarii sprzętu rejestrującego dopuszcza się wykonanie metryk zastępczych ręcznie jednak całkowita ilość metryk zastępczych nie powinna przekroczyć 20% ilości kolumn. Projektowaną długość każdej kolumny należy zweryfikować w trakcie wykonywania na podstawie obserwacji oporu wiercenia świda przez w czasie penetracji w podłoże nośne (ciśnienie P1, spadek prędkości pogrążania świda). Trzon kolumny powinien być ciągły i mieć średnicę określoną w projekcie warsztatowym zweryfikowaną na podstawie ilości betonu i długości obliczeniowej kolumny. Tolerancje średnicy kolumny powinny wynosić max. 3cm.

Uzyskane w trakcie wiercenia długości kolumn muszą być poparte obliczeniami z projektu wykonawczego. W przypadku znacznych rozbieżności w długościach (powyżej 20%) należy przeprowadzić dodatkowe obliczenia, ewentualnie dodatkowe badanie CPT(U) w wybranym punkcie. Wyrwykowe sprawdzenie liczby i zgodności rozmieszczenia kolumn z dokumentacją techniczną w ograniczonym rejonie, według wskazań Inżyniera. Rzeczywista odległość między kolumnami nie powinna odbiegać od projektowanej więcej niż o 0,5 m.

Badania wytrzymałości betonu po 28 dniach. Należy przeprowadzić min 1 badanie na 200 m<sup>3</sup> zużytej mieszanki betonowej.

#### 6.10. Badania i pomiary w trakcie wykonywania kolumn DSM

W czasie robót należy na bieżąco (ocena ciągła) sprawdzać poprawność wykonywania poszczególnych czynności związanych z procesem formowania kolumn, w oparciu o zatwierdzony przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru projekt technologii i organizacji robót. Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia kontroli ciągłości kolumny. Metoda kontroli musi zostać zaakceptowana przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Całość robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża metodą wgłębnego mieszania gruntu na mokro należy dokumentować.

Wykonawca na bieżąco winien rejestrować wszystkie niezbędne dane dotyczące wykonania robót i umieszczać je w dzienniku wykonania wzmocnienia. Załącznikiem do tego dziennika powinien być szkic rzeczywistego rozmieszczenia kolumn DSM oraz metryki sporządzone oddzielnie dla każdej kolumny.

W szczególności należy odnotować wszystkie dane zawarte w wymaganiach kontrolnych jak wyżej a także:

- numer kolumny i jej lokalizację, pozwalające na jednoznaczną identyfikację z usytuowaniem projektowym,
- dane o warunkach pogodowych (stan, temperatura, wilgotność powietrza itp.),
- dane gruntowo – wodne,
- data i czas uformowania kolumny (początek, koniec),
- sprzęt użyty do wykonania kolumny,
- zagłębienie mieszadła poniżej poziomu roboczego (tzn. długość kolumny),
- liczbę cykli mieszania,
- gęstość i objętość zużytego zaczynu wiążącego,
- ewentualne odchyłki od projektu: położenia, geometrii i poziomu głowicy,
- inne istotne uwagi wykonawcze: np. anomalia, napotkane trudności w formowaniu.

Dzienne zestawienia zbiorcze wykonanych kolumn muszą być na bieżąco potwierdzane przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a ponadto wykonanie co najmniej 85% wszystkich kolumn powinno być dodatkowo udokumentowane zapisami automatycznego rejestratora, monitorującego parametry wykonywanych robót.

#### 6.11. Badania i pomiary w trakcie wykonywania kolumn MSC

W czasie robót należy na bieżąco (ocena ciągła) sprawdzać poprawność wykonywania poszczególnych czynności związanych z procesem formowania kolumn, w oparciu o zatwierdzony przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru projekt technologii i organizacji robót. Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia kontroli ciągłości kolumny. Metoda kontroli musi zostać zaakceptowana przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Kontrolę należy prowadzić w trakcie robót iniekcyjnych, sprawdzając rozstaw otworów i ich głębokości, oraz rejestrując parametry techniczne formowania kolumn.

Dla każdej kolumny iniekcyjnej należy prowadzić metrykę, zawierającą następujące dane:

- numer kolumny i jej lokalizację, pozwalające na jednoznaczną identyfikację z usytuowaniem projektowym,
- średnicę kolumny,
- długość kolumny,
- rodzaj zaczynu iniekcyjnego,
- gęstość zaczynu iniekcyjnego,
- ilość wtłoczonego zaczynu ( $\text{dm}^3$ ) lub ilość zużytego cementu (kg),
- ciśnienie iniekcji w trakcie formowania kolumny
- ewentualne odchyłki od projektu: położenia, geometrii i poziomu głowicy,
- inne istotne uwagi wykonawcze: np. anomalia, napotkane trudności w formowaniu.

Dziennie zestawienia zbiorcze wykonanych kolumn muszą być na bieżąco potwierdzane przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a ponadto wykonanie co najmniej 85% wszystkich kolumn powinno być dodatkowo udokumentowane zapisami automatycznego rejestratora, monitorującego parametry wykonywanych robót.

## 6.12. Badania i pomiary w trakcie wykonywania wymiany gruntu

Materiał przeznaczony do wymiany gruntów powinien spełniać wymagania podane w punkcie 2 niniejszego STWiORB. W celu kontroli prawidłowości wymiany gruntów należy wykonać odwierty w siatce około  $15 \times 15$  m (1 badanie na 225  $\text{m}^2$  powierzchni wymiany). W przypadku prowadzenia wymiany gruntów na dużych powierzchniach Inżynier/Inspektor nadzoru może dopuścić zwiększenie rozstawu badań kontrolnych do  $25 \times 25$  m. Badania powinny zagłębiać się w warstwę gruntu rodzimego na głębokość minimum 0.5 m.

Badanie zagęszczenia wymienionego podłoża należy wykonać przez wykonanie sondowań dynamicznych (sondą lekką, średnią lub ciężką) lub statycznych (CPT lub CPTU). Badania należy wykonać w siatce około  $15 \times 15$  m (1 badanie na 225  $\text{m}^2$  powierzchni wzmocnionego podłoża). W przypadku prowadzenia wymiany gruntów na dużych powierzchniach Inżynier/Inspektor nadzoru może dopuścić zwiększenie rozstawu badań kontrolnych do  $25 \times 25$  m. Badania powinny zagłębiać się w warstwę gruntu rodzimego na głębokość minimum 0.5 m.

Badania zagęszczenia należy wykonać po wykonaniu wymiany (dla kontroli zagęszczenia wbudowanego gruntu) oraz po wykonaniu zagęszczenia - jeżeli wyniki pierwszych badań wykażą niedostateczne zagęszczenie wbudowanego gruntu i konieczne będzie jego dogęszczenie.

Minimalne zagęszczenie wymienionego gruntu (po wykonaniu zagęszczenia) powinno wynosić  $IS \geq 0.97$  w przedziale głębokości  $0 \div 1.0$  m poniżej górnego poziomu wymiany, natomiast poniżej głębokości 1.0 m  $IS \geq 0.95$ .

Na powierzchni wymienionego gruntu należy wykonać badania statyczne płytą o średnicy 300 mm, w celu określenia wtórnego modułu odkształcenia podłoża E2 oraz wskaźnika odkształcenia Io. Częstotliwość tego badania powinna być nie mniejsza, niż w trzech punktach na 2000  $\text{m}^2$  powierzchni wymiany, oraz dodatkowo w punktach wskazanych przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.

Badania statyczne płytą o średnicy 300 mm powinny dać następujące wyniki:

- wtórny moduł odkształcenia podłoża  $E2 \geq 40 \text{ MPa}$
- wskaźnik odkształcenia  $Io \leq 2.5$ .

Dodatkowo, w zależności od położenia górnej warstwy wymienionego gruntu względem projektowanej nawierzchni drogowej, powinny być spełnione wymagania określone w STWiORB D-02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne” dotyczące odpowiednio większego wartości zagęszczenia lub modułu odkształcenia E2.

## 6.13. Badania i pomiary w trakcie wykonywania materaca geosyntetycznego

W przypadku uzasadnionej wątpliwości Inżyniera/Inspektora Nadzoru co do jakości dostarczonych wyrobów geosyntetycznych Wykonawca jest zobowiązany do przedłożenia wyników badań Zakładowej Kontroli Produkcji wyrobów dostarczonych na budowę. Wyniki takich badań muszą być udostępnione na Producenta.

W czasie wykonywania robót należy prowadzić kontrolę bieżącą prawidłowości układania geosyntetyków, ich zasypywania oraz zagęszczania zasypek. Badania kontrolne należy wykonywać dla każdej warstwy. Kontrola dotyczy stwierdzania zgodności prowadzenia robót z wymaganiami pkt 5 niniejszych STWiORB. Przy instalacji geosyntetyków należy kontrolować poprawność rozwijania, układania, łączenia, mocowania i kotwienia pasm, zgodnie z projektem technologicznym.

Kontrola zasypywania obejmuje sprawdzenie prawidłowości użycia odpowiedniego materiału, jego wbudowywanie oraz zagęszczanie.

Badania przydatności kruszyw do wykonania materaca powinny być przeprowadzone na próbkach pobranych z każdej partii/rodzaju/źródła materiału przeznaczonego do wbudowania, jednak nie rzadziej niż jeden raz na każde 3000  $\text{m}^3$  materaca.

W zakresie właściwości kruszywa wypełniającego materace należy przeprowadzić badania w zakresie składu ziarnowego wg PN-EN 933-1, wskaźnika piaskowego wg PN-EN 933-8, procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych

w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych wg PN-EN 933-5 oraz wskaźnika filtracji wg wzoru amerykańskiego USBSC z częstotliwością jak wyżej.

Zagęszczenie warstwy, o grubości równej wysokości geomateraca, powinno odbywać się do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia ( $I_s \geq 0.97$ ), określonego metodą normalną próby Proctora (metoda II). Zagęszczenie należy sprawdzać nie mniej niż jeden raz w trzech punktach wybranych losowo na każde 1500m<sup>2</sup> powierzchni rzutu odrębnie wykonywanego geomateraca. Zagęszczenie warstwy należy uznać za prawidłowe, gdy wszystkie wyniki pomiarów są nie mniejsze od wartości wymaganej.

W przypadku, gdy przeprowadzenie badania zagęszczenia wg Proctora jest niemożliwe ze względu na gruboziarniste uziarnienie materiału zasyпки, kontrolę zagęszczenia należy oprzeć na pomiarze nośności warstwy wg metody obciążeń płytowych (przy użyciu płyty o średnicy 30 cm). Badanie modułów odkształcenia podłoża należy wykonać na górnej powierzchni wzmocnienia (materaca geosyntetycznego). Płytę należy ustawiać na warstwie kruszywa, przed ułożeniem górnej warstwy geosyntetyku. Badanie wykonywać zgodnie z normą PN-S-02205. Obciążenie należy przeprowadzić do 0.35MPa, a odkształcenia wyznaczyć w zakresie od 0.15 do 0.25 MPa. Obciążenia należy wykonać w punktach jak przy wyznaczaniu wskaźnika zagęszczenia.

Zagęszczenie warstwy należy uznać za prawidłowe, gdy dla wszystkich punktów pomiarowych osiągnięte zostaną wartości:

- wtórny moduł odkształcenia  $E_2 \geq 60$  MPa oraz,
- wskaźnik odkształcenia  $I_o = E_2/E_1 \leq 2,5$  (gdzie  $E_1$ ,  $E_2$  – pierwotny oraz wtórny moduł odkształcenia).

Dodatkowo, w zależności od położenia górnej warstwy geomateraca względem projektowanej nawierzchni drogowej, powinny być spełnione wymagania Projektu Konstrukcji Nawierzchni (np. większe wartości zagęszczenia lub modułu odkształcenia  $E_2$ ).

Inżynier/Inspektor Nadzoru może zmienić podane ilości pomiarów a także zlecić dodatkowe pomiary i badania w miejscach budzących wątpliwości.

#### 6.14. Badania i pomiary w trakcie wykonywania wzmocnienia nasypów geosyntetykiem

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów, które należy wykonać w czasie robót podaje tablica 5.

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie robót

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Częstotliwość badań	Wartości dopuszczalne
1	Roboty przygotowawcze	Kontrola bieżąca	Wg punktu 5.2
2	Zgodność z dokumentacją projektową	Jw.	Wg dokumentacji projektowej
3	Prawidłowość ułożenia geosyntetyku, przyleganie do gruntu, wymiary, wielkość zakładu itp.	Jw.	Wg dokumentacji projektowej, punktów 5.3 i 5.4 oraz wymagań producenta

Dopuszczalne odchyłki w poszczególnych poziomach układanych geosyntetyków:  $\pm 20$  cm,

Dopuszczalne odchyłki dla rozstawów geosyntetyków w przekroju (odległości pomiędzy kolejnymi warstwami zbrojenia):  $\pm 20$  cm.

Dopuszczalne odchyłki dla zakładów: nie dopuszcza się mniejszych zakładów niż określone w STWIORB, nie określa się górnej granicy zakładu geosyntetyku.

Pomiary cech geometrycznych po ułożeniu zbrojenia należy wykonać na całej długości robót, w każdym przekroju projektowym (w każdym charakterystycznym punkcie określonym w dokumentacji).

#### 6.15. Badania po wykonaniu wzmocnienia kolumnami betonowymi CMC

Należy sprawdzić wyrywkowo liczbę i zgodność rozmieszczenia kolumn z dokumentacją techniczną w ograniczonym rejonie, według wskazań Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Rzeczywista odległość między kolumnami nie powinna odbiegać od projektowanej więcej niż o 0,5 m.

Należy prowadzić monitoring wszystkich wykonanych kolumn. Metryki zostaną przekazane Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru. W czasie procesu wiercenia na bieżąco rejestruje się parametry wykonania kolumny, co pozwala na określenie poziomu zalegania warstwy nośnej. Należy osiągnąć minimalne zgłębienie w warstwie nośnej 1 m.

Należy wykonać 20 próbnich obciążeń kolumn przy sile docisku min 600 kN. Stanowisko należy wykonać poprzez kotwienie do 4 kolumn narożnych. Wyboru punktów badań, oraz oceny wyników powinien dokonywać wyspecjalizowany nadzór geotechniczny przed wykonaniem wzmocnienia (co umożliwi przygotowanie kotwienia. W pobliżu każdego z punktów badań należy wykonać 1 sondowanie CPT'u lub DMT.

## 6.16. Badania po wykonaniu wzmocnienia kolumnami DSM

Kontrola wykonanych kolumn z cementogruntu obejmuje:

- sprawdzenie liczby, rozmieszczenia oraz rzędnych głowic kolumn,
- ocenę wymiarów oraz jakości i jednorodności tworzywa kolumn,
- zbadanie wytrzymałości cementogruntu.

Usytuowanie kolumn DSM w planie, rzędne głowic (po ścięciu) oraz liczba kolumn w danym obszarze wzmocnienia podłoża powinny spełniać wymagania określone w Dokumentacji Projektowej, z zachowaniem dopuszczalnych tolerancji. Wymiary oraz jakość należy ocenić na podstawie pomiarów i oględzin odkopanego na głębokość ok. 3m górnego odcinka kolumn wskazanych w Dokumentacji Projektowej.

Wytrzymałość na ściskanie należy przeprowadzić wg PN-EN 12390-3 Badania betonów – Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań. Osiągnięcie wymaganej wytrzymałości na ściskanie należy potwierdzić na podstawie wyników badań ściskania próbek cementogruntu pobranych na etapie wykonywania kolumn.

## 6.17. Badania po wykonaniu wzmocnienia kolumnami MSC

Kontrola wykonanych kolumn obejmuje:

- sprawdzenie liczby, rozmieszczenia oraz rzędnych głowic kolumn,
- ocenę wymiarów oraz jakości i jednorodności tworzywa kolumn,
- zbadanie wytrzymałości kolumny.

Usytuowanie kolumn MSC w planie, rzędne głowic oraz liczba kolumn w danym obszarze wzmocnienia podłoża powinny spełniać wymagania określone w Dokumentacji Projektowej, z zachowaniem dopuszczalnych tolerancji.

## 6.18. Badania wykonanego geomateraca

Dla każdego odrębnego geomateraca należy sprawdzić jego cechy geometryczne mierzone co najmniej w 3 punktach w każdym przekroju, odległości między przekrojami maksymalnie 25 m.

- Ukształtowanie w planie: przesunięcia w stosunku do położenia projektowanego nie więcej niż  $\pm 10$ cm, w każdym punkcie na całej długości i szerokości.
- Grubość po zagęszczeniu kruszywa: zgodna z określoną w dokumentacji projektowej z tolerancją  $\pm 10\%$ .
- Równość warstwy: nierówności podłużne mierzone łata 3 metrową nie mogą przekraczać 3cm (4cm).
- Spadki podłużne i poprzeczne: powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją  $\pm 0,5\%$  ( $\pm 1,0\%$ ).
- Rzędne wysokościowe: różnice między rzędnymi górnej powierzchni wykonanego geomateraca a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać +1, -3cm (+2, -3cm).

Wartości podane w nawiasach dotyczą przypadku, gdy ponad materacem występuje warstwa nasypu o minimalnej miąższości 0.30m (miąższość liczona od górnej powierzchni geomateraca do dolnej powierzchni warstw konstrukcyjnych nawierzchni drogowej. Wartości przed nawiasami dotyczą przypadku, gdy warstwy konstrukcyjne nawierzchni leżą bezpośrednio na geomateracu lub pomiędzy górną warstwą geomateraca a dolną warstwą konstrukcji nawierzchni występuje warstwa nasypu o miąższości mniejszej od 0.30m.

Dopuszczalne odchyłki dla zakładów: nie dopuszcza się mniejszych zakładów niż określone w STWiORB, nie określa się górnej granicy zakładu geosyntetyku.

Dodatkowo, Wykonawca sporządzi dokumentację fotograficzną każdego odcinka ułożonych geosyntetyków przeznaczonych do odbioru. Zdjęcia należy wykonywać w maksymalnych odstępach 20m, tak aby widoczny był sposób ułożenia warstw geosyntetyków. Na zdjęciu należy zamieścić opis, którego odcinka drogi dotyczy dana fotografia. Zdjęcia muszą być dobrej jakości, wyraźne, o minimalnej rozdzielczości 8 milionów pikseli. Zdjęcia należy zapisać na nośniku cyfrowym (CD, DVD) w formacie jpg o niskiej kompresji, i załączyć do dokumentacji odbiorowej oraz powykonawczej.

## 7. OBMIAR ROBÓT

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”

### 7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową wykonanych robót jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża w technologii kolumn DSM.

Jednostką obmiarową wykonanych robót jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża w technologii kolumn betonowych CMC.

Jednostką obmiarową wykonanych robót jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża w technologii kolumn betonowych MSC.

Jednostką obmiarową wykonanych robót jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) stabilizacji spoiwami hydraulicznymi.

Jednostką obmiarową wykonanych robót jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża w technologii wymiany gruntu.

Jednostką obmiarową wykonanych robót jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża przy zastosowaniu materaca geosyntetycznego.

Jednostką obmiarową wykonanych robót jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia nasypu geosyntetykami.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D-M- 00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt 8.

### **8.1. Zgodność robót z projektem i STWiORB**

Roboty powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, STWiORB oraz pisemnymi decyzjami Inżyniera/Inspektora Nadzoru zgodnymi z Warunkami Kontraktu. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, STWiORB i wymaganiami Inżyniera/Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt.6 dały wyniki pozytywne.

Do odbioru ostatecznego uwzględniane są wyniki badań i pomiarów kontrolnych, badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych oraz badań i pomiarów arbitrażowych do wyznaczonych odcinków częściowych.

### **8.2. Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu**

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami punktu 8.2 STWiORB D-M- 00.00.00 "Wymagania Ogólne" oraz niniejszych STWiORB.

Gotowość danej części robót do odbioru zgłasza Wykonawca wpisem do Dziennika Budowy i jednoczesnym powiadomieniem Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Odbiór będzie przeprowadzony niezwłocznie, nie później jednak niż w ciągu 3 dni od daty zgłoszenia wpisem do Dziennika Budowy i powiadomienia o tym fakcie Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Jakość i ilość robót ulegających zakryciu ocenia Inżynier/Inspektor Nadzoru na podstawie dokumentów zawierających kompletny wyników badań laboratoryjnych i w oparciu o przeprowadzone pomiary.

### **8.3. Odbiór częściowy**

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części robót. Odbioru częściowego robót dokonuje się wg zasad jak przy odbiorze ostatecznym robót. Odbioru robót dokonuje Inżynier/Inspektor Nadzoru.

### **8.4. Odbiór ostateczny**

Roboty objęte niniejszymi STWiORB podlegają odbiorowi na zasadzie robót zanikających i ulegających zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej.

Do odbioru Wykonawca przedstawia wszystkie dokumenty z bieżącej kontroli jakości robót oraz Dokumentację Projektową z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami wykonanymi w trakcie robót (dokumentację powykonawczą).

Podstawą odbioru ostatecznego jest pisemne stwierdzenie przez Inspektora Nadzoru w Dzienniku Budowy zakończenia wszystkich robót związanych z niniejszymi STWiORB, a także spełnienie wymagań określonych w dokumentacji projektowej i niniejszej STWiORB.

### **8.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami**

Jeżeli wystąpią wyniki negatywne dla materiałów i robót (nie spełniające wymagań określonych w STWiORB), to Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający wydaje Wykonawcy polecenie przedstawienia programu naprawczego, chyba że na wniosek jednej ze stron kontraktu zostaną wykonane badania lub pomiary arbitrażowe (zgodnie z pkt. 6.5 niniejszego STWiORB), a ich wyniki będą pozytywne. Wykonawca w programie tym jest zobowiązany dokonać oceny wpływu na trwałość, przedstawić sposób naprawienia wady lub wnioskować o zredukowanie ceny kontraktowej.

Na zastosowanie programu naprawczego wyraża zgodę Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający.

W przypadku braku zgody Inżyniera/Inspektora Nadzoru/Zamawiającego na zastosowanie programu naprawczego wszystkie materiały i roboty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach STWiORB zostaną odrzucone. Wykonawca wymieni materiały na właściwe i wykona prawidłowo roboty na własny koszt.

Jeżeli wymiana materiałów niespełniających wymagań lub wadliwie wykonane roboty spowodują szkodę w innych, prawidłowo wykonanych robotach, to również te roboty powinny być ponownie wykonane przez Wykonawcę na jego koszt.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”

## 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Płaci się za jeden metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża w technologii kolumn DSM po dokonaniu odbioru robót wg punktu 8.

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- roboty przygotowawcze,
- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych materiałów,
- prace pomiarowe,
- oznakowanie i zabezpieczenie miejsca robót,
- wykonanie uzupełniających badań geotechnicznych,
- sporządzenie projektów technologicznych wzmocnienia podłoża,
- wykonanie wszystkich elementów wynikających z opracowań roboczych Wykonawcy, o ile nie są przedmiotem rozliczeń odrębnych Specyfikacji,
- zakup, dostarczenie, składowanie i przygotowanie wszystkich niezbędnych materiałów i wyrobów podstawowych i pomocniczych, w ilościach potrzebnych do wykonania robót tj. uwzględniających normatywne ubytki oraz niezbędne naddatki technologiczne (np. długości kolumn ponad poziomem ścięcia głowic, ilość zaczynu, uzupełnianie ubytków),
- stały nadzór geotechniczny, w zakres którego wchodzi czynności związane bieżącą kontrolą wykonywania robót zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt 5 STWiORB oraz zapewnienie właściwej kontroli jakości zgodnie z pkt 6 STWiORB,
- mobilizację sprzętu oraz organizację budowy i stanowisk wytwarzania zaczynu,
- montaż, przemieszczanie w obrębie robót i demontaż sprzętu podstawowego i niezbędnych urządzeń towarzyszących,
- wykonanie (formowanie) kolumn o określonej średnicy i kierunku, do żądanej głębokości, wg przyjętej technologii i warunków gruntowo-wodnych,
- wykonanie i montaż zbrojenia dla wskazanych kolumn,
- ukształtowanie i pielęgnację głowic kolumn (w tym ścięcie lub rozkucie kolumn do wymaganego poziomu),
- usunięcie odłamanych lub uszkodzonych fragmentów kolumn,
- uzupełnienie ubytków w kolumnach,
- czas niezbędny na związanie cementogruntu,
- wyrównanie i zagęszczenie powierzchniowe gruntu dookoła kolumn,
- przycinanie geosyntetyków do odpowiedniego wymiaru,
- rozkładanie, łączenie, napinanie, zawijanie i kotwienie geosyntetyków oraz kształtowanie form geometrycznych geomateracy,
- wbudowanie (rozścielanie) kruszywa wypełniającego geomaterace, wraz z profilowaniem i zagęszczaniem każdej rozłożonej warstwy,
- wykonanie wszystkich niezbędnych badań, prób, pomiarów i sprawdzeń (w tym odkopanie i ponowne zasypianie z zagęszczaniem, kolumn wskazanych do badań powykonawczych),
- prowadzenie dziennika wykonania wzmocnienia oraz innych wymaganych dokumentów realizacyjnych i odbiorczych,
- uporządkowanie i oczyszczenie terenu robót z odpadów, ich usunięcie i likwidacja/utyliczacja,
- likwidacja wszystkich tymczasowych elementów związanych z robotami,
- sporządzenie dokumentacji powykonawczej wzmocnienia podłoża,
- wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem warstwy zgodnie z wymaganiami niniejszych STWiORB.

Płaci się za jeden metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża w technologii kolumn betonowych CMC po dokonaniu odbioru robót wg punktu 8.

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- roboty przygotowawcze,
- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych materiałów,
- prace pomiarowe,
- stały nadzór geotechniczny,
- wykonanie geotechnicznych badań uszczegóławiających, niezbędnych do opracowania projektów technologicznych wzmocnienia podłoża,
- roboty załadunkowe i wyładunkowe związane z transportem materiału do wbudowania,
- zakup i dostarczenie potrzebnych materiałów,



- wykonanie platformy roboczej,
- wyznaczenie osi kolumn,
- wykonanie i pielęgnacja kolumn,
- przycinanie geosyntetyków do odpowiedniego wymiaru,
- rozkładanie, łączenie, napinanie, zawijanie i kotwienie geosyntetyków oraz kształtowanie form geometrycznych geomateracy,
- wbudowanie (rozścielanie) kruszywa wypełniającego geomaterace, wraz z profilowaniem i zagęszczaniem każdej rozłożonej warstwy,
- wykonanie wszystkich niezbędnych badań, prób, pomiarów i sprawdzeń, wraz z kosztami opracowania wyników tych badań,
- sporządzenie Dokumentacji Powykonawczej,

Płaci się za jeden metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża w technologii kolumn MSC po dokonaniu odbioru robót wg punktu 8.

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- roboty przygotowawcze,
- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych materiałów,
- prace pomiarowe,
- stały nadzór geotechniczny,
- wykonanie geotechnicznych badań uszczegóławiających, niezbędnych do opracowania projektów technologicznych wzmocnienia podłoża,
- roboty załadunkowe i wyładunkowe związane z transportem materiału do wbudowania,
- zakup i dostarczenie potrzebnych materiałów,
- wykonanie platformy roboczej,
- wyznaczenie osi kolumn,
- wykonanie i pielęgnacja kolumn,
- przycinanie geosyntetyków do odpowiedniego wymiaru,
- rozkładanie, łączenie, napinanie, zawijanie i kotwienie geosyntetyków oraz kształtowanie form geometrycznych geomateracy,
- wbudowanie (rozścielanie) kruszywa wypełniającego geomaterace, wraz z profilowaniem i zagęszczaniem każdej rozłożonej warstwy,
- wykonanie wszystkich niezbędnych badań, prób, pomiarów i sprawdzeń, wraz z kosztami opracowania wyników tych badań,
- sporządzenie Dokumentacji Powykonawczej,

Płaci się za jeden metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża w technologii wymiany gruntu po dokonaniu odbioru robót wg punktu 8.

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- prace pomiarowe, wytyczenie, oznakowanie i zabezpieczenie miejsca robót,
- wykonanie geotechnicznych badań uszczegóławiających oraz kontrolnych dla uszczegółowienia założonego w projekcie zasięgu wymiany gruntów słabonośnych,
- opracowanie projektów technologicznych wraz z ich uzgodnieniem,
- wykonanie wszystkich elementów wynikających z opracowań roboczych (technologicznych) Wykonawcy
- odpajanie, wydobywanie i przemieszczanie gruntu (niezależnie od rodzaju) przewidzianego do usunięcia z wykopów,
- wydobywanie z dna wykopu przypadkowo zsuniętego gruntu oraz usunięcie nadwyżki gruntu nad docelowym poziomem dna wykopu,
- roboty załadunkowe i wyładunkowe związane z transportem urobku oraz materiału do wbudowania,
- odwiezienie słabego gruntu na odkład,
- wszelkie koszty związane ze składowaniem i/lub utylizacją gruntów z wykopów, nieprzydatnych do ponownego wykorzystania: znalezienie i pozyskanie odkładów (stałych i/lub tymczasowych), uzyskanie pozwoleń na składowanie, formowanie i zagospodarowanie gruntu na odkładach, likwidacja składowisk z doprowadzeniem do poprzedniego stanu, koszt ewentualnych odszkodowań, koszty utylizacji, itp.
- odwodnienie wykopów wraz z kosztem odprowadzenia wody w całym okresie prowadzenia robót, stosownie do rozwiązań wynikających z opracowań Dokumentacji Projektowej i/lub Wykonawcy
- transport, zainstalowanie, eksploatacja i demontaż urządzeń do odwodnienia wykopów,
- monitoring wód gruntowych,

- zabezpieczenie wykopów (dno, skarpy) przed negatywnymi skutkami czynników atmosferycznych, mechanicznych, napływem wody, itp.,
- zakup, przywiezienie i wbudowanie materiału przeznaczonego do wymiany,
- przygotowanie gruntu przeznaczonego do wbudowania (osuszanie, nawilżanie, inne zabiegi),
- zagęszczenie materiału,
- uwzględnienie ewentualnej zwiększonej objętości materiału potrzebnego do wbudowania na skutek wypierania gruntu słabonośnego na krawędziach wymiany
- stały nadzór geotechniczny, w zakres którego wchodzi czynności związane bieżącą kontrolą wykonywania robót zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt 5 STWiORB oraz zapewnienie właściwej kontroli jakości zgodnie z pkt 6 STWiORB,
- wykonanie wszystkich niezbędnych badań, prób, pomiarów i sprawdzeń, wraz z kosztami opracowania wyników tych badań,
- inne niezbędne czynności związane bezpośrednio z wykonaniem wymiany gruntu,
- zakup, dostarczenie, zastosowanie i późniejsze usunięcie wszystkich niezbędnych materiałów koniecznych do prawidłowego wykonania robót lub wynikających z przyjętej technologii robót,
- koszt utrzymania czystości na przylegających drogach w związku z transportem gruntów,
- likwidacja wszystkich tymczasowych elementów związanych z robotami,
- koszty ewentualnego etapowego prowadzenia robót, koordynacja robót z robotami wykonywanymi w ramach innych branż
- opracowanie dokumentacji powykonawczej
- wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem robót zgodnie z wymaganiami niniejszych STWiORB.

Płaci się za jeden metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia podłoża poprzez wykonanie materacu geosyntetycznego po dokonaniu odbioru robót wg punktu 8.

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- roboty przygotowawcze,
- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych materiałów,
- prace pomiarowe,
- wykonanie uszczegóławiających oraz kontrolnych badań geotechnicznych,
- zakup, przywiezienie, składowanie i wbudowanie materiału przeznaczonego do wykonania materaca zgodnie z Dokumentacją Projektową. W powierzchni geosyntetyku należy uwzględnić dodatkową powierzchnię wynikającą z konieczności zastosowania odpowiednich zakładów sąsiednich pasm, jak też wynikającą ze strat na łukach drogi, na końcówkach rolek itp.
- przycinanie geosyntetyków do odpowiedniego wymiaru,
- rozkładanie, łączenie, napinanie, zawijanie i kotwienie geosyntetyków oraz kształtowanie form geometrycznych geomateracy,
- wbudowanie (rozścielanie) kruszywa wypełniającego geomaterace, wraz z profilowaniem i zagęszczaniem każdej rozłożonej warstwy,
- przeprowadzenie wymaganych w STWiORB badań terenowych, laboratoryjnych i pomiarów geodezyjnych,
- wykonywanie robót związanych ze wzmocnieniem w rejonie istniejących kolizji z elementami instalacji (studnie, przykanaliki itp.),
- ewentualne dodatkowe wzmocnienia obszarów wynikających z technologii wykonywania robót, związanych z przełoženiami ruchu, drogami tymczasowymi itp.
- uporządkowanie i oczyszczenie terenu robót z odpadów, ich usunięcie i likwidacja/utylizacja,
- sporządzenie dokumentacji powykonawczej wzmocnienia podłoża,
- stały nadzór geotechniczny, w zakres którego wchodzi czynności związane bieżącą kontrolą wykonywania robót zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt 5 STWiORB oraz zapewnienie właściwej kontroli jakości zgodnie z pkt 6 STWiORB,
- inne niezbędne czynności związane bezpośrednio z wykonaniem warstw wzmacniających z geosyntetyków i kruszywa,
- wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem robót zgodnie z wymaganiami niniejszych STWiORB.
- sporządzenie Dokumentacji Powykonawczej,

Płaci się za jeden metr kwadratowy ( $m^2$ ) stabilizacji spoiwami hydraulicznymi po dokonaniu odbioru robót wg STWiORB D.04.05.01.

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- prace pomiarowe,

- przeprowadzenie badań laboratoryjnych stosowanych materiałów i opracowanie recepty na mieszankę,
- zastosowanie materiałów pomocniczych koniecznych do prawidłowego wykonania robót lub wynikających z przyjętej technologii robót;
- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych materiałów,
- dostarczenie składników i wyprodukowanie mieszanki na podstawie zatwierdzonej recepty, rozłożenie i wyprofilowanie mieszanki,
- zagęszczenie mieszanki,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wykonanej warstwy,
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów, badań i sprawdzeń,
- uporządkowanie terenu robót; wywóz odpadów na wysypisko wraz z kosztami utylizacji,
- oznakowanie robót i jego utrzymanie,
- wykonanie inwentaryzacji warstwy.

Płaci się za jeden metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonania wzmocnienia nasypu geosyntetykami po dokonaniu odbioru robót wg punktu 8.

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- roboty przygotowawcze,
- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych materiałów,
- prace pomiarowe,
- wykonanie uszczegóławiających oraz kontrolnych badań geotechnicznych,
- zakup, przywiezienie, składowanie i wbudowanie materiału przeznaczonego do wzmocnienia nasypów zgodnie z Dokumentacją Projektową. W powierzchni geosyntetyku należy uwzględnić dodatkową powierzchnię wynikającą z konieczności zastosowania odpowiednich zakładów sąsiednich pasm, jak też wynikającą ze strat na łukach drogi, na końcówkach rolek itp.
- przycinanie geosyntetyków do odpowiedniego wymiaru,
- rozkładanie, łączenie, napinanie, zawijanie i kotwienie geosyntetyków,
- przeprowadzenie wymaganych w STWiORB badań terenowych, laboratoryjnych i pomiarów geodezyjnych,
- wykonywanie robót związanych ze wzmocnieniem w rejonie istniejących kolizji z elementami instalacji (studnie, przykanaliki itp.),
- ewentualne dodatkowe wzmocnienia obszarów wynikających z technologii wykonywania robót, związanych z przełoženiami ruchu, drogami tymczasowymi itp.
- uporządkowanie i oczyszczenie terenu robót z odpadów, ich usunięcie i likwidacja/utylizacja,
- sporządzenie dokumentacji powykonawczej wzmocnienia nasypów,
- stały nadzór geotechniczny, w zakres którego wchodzi czynności związane bieżącą kontrolą wykonywania robót zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt 5 STWiORB oraz zapewnienie właściwej kontroli jakości zgodnie z pkt 6 STWiORB,
- inne niezbędne czynności związane bezpośrednio z wykonaniem warstw wzmacniających z geosyntetyków,
- wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem robót zgodnie z wymaganiami niniejszych STWiORB.
- sporządzenie Dokumentacji Powykonawczej,

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

- [1] PN-B-02481 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole, symbole literowe i jednostki miar.
- [2] PN-B-02480 Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów.
- [3] PN-B-04452 Grunty budowlane. Badania polowe.
- [4] PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [5] PN-B-04493 Grunty budowlane. Oznaczenie kapilarności biernej.
- [6] PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [7] PN-B-06050 Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonywania i badania przy odbiorze.
- [8] PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [9] PN-EN 14475 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Grunt zbrojony
- [10] PN-EN 13249 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg i innych powierzchni obciążonych ruchem (z wyłączeniem dróg kolejowych i nawierzchni asfaltowych).
- [11] PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.

- [12] PN-EN 13251 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w robotach ziemnych, fundamentowaniu i konstrukcjach oporowych
- [13] PN-EN ISO 10318 Geotekstyli. Terminologia.
- [14] PN-EN ISO 10319 Geotekstyli. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek.
- [15] PN-EN ISO 13431 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Wyznaczanie pełzania podczas rozciągania i zniszczenia przy pełzaniu.
- [16] PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
- [17] PN-B-04492 Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczanie wskaźnika wodoprzepuszczalności.
- [18] PN-EN 12794 Prefabrykaty z betonu. Pale fundamentowe.
- [19] PN-EN 206+A1:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [20] PN-B-06265 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność. Krajowe uzupełnienie PN-EN+A1:2016-12
- [21] PN-EN 12699 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe.
- [22] PN-B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [23] PN-EN 1997-1 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne
- [24] Inne normy powołane w dokumentach dopuszczających wybrane wyroby i materiały do obrotu i powszechnego stosowania oraz STWiORB związanych z niniejszymi STWiORB.

#### **10.2. Inne dokumenty**

- [17] Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. IBDiM. Warszawa 2002.
- [18] Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych - GDDP - 1997
- [19] Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami. Instytut Techniki Budowlanej. Instrukcje, Wytyczne, Poradniki nr 429/2008.
- [20] Recommendation for Design and Analysis of Earth Structures Rusing Geosynthetic Reinforcements - EBGeo. German Geotechnical Society.