

GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D-02.01.01C
v03

WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO
MATERACE GEOSYNTETYCZNE

(dokument wzorcowy)

Warszawa
18 luty 2021

Numer wydania Data	Opis zmiany
V01 10.05.2019	Utworzenie dokumentu
V02 30.09.2019	Aktualizacja
V03 18.02.2021	Aktualizacja w zakresie pkt 6

Opracowano
w Departamencie Technologii Budowy Dróg GDDKiA
we współpracy
z Laboratoriami Drogowymi GDDKiA

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
1.1. Nazwa zadania	5
1.2. Przedmiot WWiORB	5
1.3. Zakres stosowania WWiORB	5
1.4. Informacje ogólne o terenie budowy	5
1.5. Określenia podstawowe	5
1.6. Ogólne wymagania dotyczące robót	6
2. MATERIAŁY	6
2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów	6
2.2. Geosyntetyki	6
2.3. Kruszywo	9
3. SPRZĘT	9
3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu	9
3.2. Sprzęt stosowany do wykonania wzmocnienia	10
4. TRANSPORT	10
4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu	10
4.2. Transport i składowanie geosyntetyków	10
4.3. Transport kruszywa	10
5. WYKONANIE ROBÓT	10
5.1. Ogólne zasady dotyczące wykonania robót	10
5.2. Roboty przygotowawcze	11
5.3. Projekt technologiczny	11
5.4. Wykonanie geomateraca	11
5.5. Odcinek próbny	13
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	13
6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót	13
6.2. Badania i pomiary Wykonawcy- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	13
6.3. Badania i pomiary kontrolne- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	13
Badania i pomiary kontrolne dodatkowe- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	13
6.4. 13	
6.5. Badania i pomiary arbitrażowe- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	13
6.6. Badania i pomiary przed przystąpieniem do robót- zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	14
6.7. Badania i pomiary w trakcie wykonywania robót	14
6.8. Badania wykonanego geomateraca	15
7. OBMIAR ROBÓT	16
7.1. Ogólne zasady obmiaru robót	16
7.2. Jednostka obmiarowa	16
8. ODBIÓR ROBÓT	16
8.1. Ogólne zasady odbioru robót	16
8.2. Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu	16
8.3. Odbiór częściowy	17

8.4. Odbiór ostateczny	17
8.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami	17
9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.....	18
9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności	18
9.2. Cena jednostki obmiarowej.....	18
9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących.....	19
10. PRZEPISY ZWIĄZANE.....	19
10.1. Normy	19
10.2. Inne dokumenty.....	20

1. WSTĘP

1.1. Nazwa zadania

„...” - przytoczyć

1.2. Przedmiot WWiORB

Przedmiotem niniejszych Wytycznych Wykonania są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża za pomocą materacy geosyntetycznych oraz zwieńczających elementy w głębnego wzmocnienia (warstwy transmisyjne).

Ustalenia zawarte w niniejszych WWiORB dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem geomateracy oraz warstw kruszywa pod i nad geomateracami - w miejscach i o wymiarach podanych w Dokumentacji Projektowej.

1.3. Zakres stosowania WWiORB

WWiORB są stosowane jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót na drogach krajowych. WWiORB stanowią podstawę opracowania Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB).

1.4. Informacje ogólne o terenie budowy

„...” - przytoczyć

1.5. Określenia podstawowe

Geomaterac – warstwa kruszywa otoczona materiałem geosyntetycznym.

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.).

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

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

Pozostałe określenia podstawowe podane w niniejszych WWiORB są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne", WWiORB D-02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne” oraz w przepisach związanych wyszczególnionych w pkt. 10 niniejszego WWiORB.

1.6. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne".

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w DM.00.00.00. "Wymagania ogólne". Poszczególne rodzaje materiałów powinny pochodzić ze źródeł zatwierdzonych przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

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. Geosyntetyki

Materace geosyntetyczne należy wykonywać jedynie z geosyntetyków (geosiatek lub geotkanin) poliestrowych (PET). Rodzaj geosyntetyku i jego właściwości powinny odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej oraz niniejszych WWiORB.

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:

$$R_{B,k,0} = R_{B,d} \times A_1 \times A_2 \times A_3 \times A_4 \times \gamma_F$$

gdzie:

- R_{B,k,0}** charakterystyczna wartość wytrzymałości krótkoterminowej geosyntetyku na rozciąganie,
- R_{B,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 R_{B,k,0}
- A₁** 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.
- A₂** 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.
- A₃** współczynnik materiałowy, uwzględniający straty na połączeniach (np. szwy).
- A₄** współczynnik materiałowy, uwzględniający wpływ środowiska gruntowego (chemia + biologia).
- γ_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 1:

Tablica nr 1

Materiał	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Poliester (PET)	3.5	1.5 – dla kruszywa drobnoziarnistego 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 A_1 oraz A_4 można dopuścić jedynie w przypadku przedstawienia odpowiednich certyfikatów wydanych przez notyfikowaną jednostkę badawczą.

Mniejsze od podanych w tablicy nr 1 wielkości współczynników A_2 można dopuścić jedynie po przeprowadzeniu odpowiednich badań na poletkach próbnym, 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 ($R_{B,k,0}$) 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: $\mu_k = 0.50 \operatorname{tg} \phi_k'$
- tarcie na styku geosyntetyk - geosyntetyk: $\mu_k = 0.20$

gdzie wartość ϕ_k' jest kątem tarcia wewnętrznego gruntu stykającego się z geosyntetykiem.

Większe wartości współczynników tarcia można przyjmować jedynie w przypadku wykonania badań w aparacie skrzynekowym 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. paratygodniowym) 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.

2.3. Kruszywo

Materiałem do wypełnienia geomateracy powinno być kruszywo naturalne o procentowej zawartości ziarn o powierzchniach przekruszonych lub łamanych o kategorii $C_{90/3}$ lub $C_{50/30}$ (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 WT-4: 2010 rys.6.

Wskaźnik piaskowy 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, $E_2 \geq 60$ MPa (wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 0,97$). 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 E_2).

Jeżeli w Projekcie założono wykonanie warstwy wyrównawczej pod i nad geomateracem do jej wykonania należy użyć kruszywa lub gruntu o wskaźniku różnoziarnistości $C_u \geq 3$, wskaźniku piaskowym $W_p \geq 35$ 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.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w WWIORB D-M 00.00.00, „Wymagania ogólne” oraz w WWIORB D-02.00.01, „Roboty ziemne. Wymagania ogólne”.

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 WWIORB 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 stosowany do wykonania wzmocnienia

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

- do układania geosyntetyków układarki o prostej konstrukcji, umożliwiające rozwijanie geosyntetyku ze spuli, np. przez podwieszenie rolki do wysięgnika koparki, ciągnika, ładowarki itp.,
- do wykonania robót ziemnych ładowarki, koparki, równiarki, walce, płyty wibracyjne, ubijaki mechaniczne itp. odpowiadające wymaganiom WWiORB D-02.00.01.

Dopuszcza się ręczne układanie geosyntetyków.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w WWiORB D-M 00.00.00, Wymagania ogólne" oraz WWiORB D-02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne”.

4.2. 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.

4.3. Transport kruszywa

Kruszywo przeznaczone do wbudowania powinno przewożone zgodnie z WWiORB D-M 00.00.00, „Wymagania ogólne”.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady dotyczące wykonania robót

Ogólne zasady prowadzenia robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne".

Roboty należy wykonywać zgodnie z Dokumentacją Projektową uwzględniając dyspozycje w niej zawarte oraz z wymaganiami norm, aprobat technicznych, zaleceń i instrukcji producentów/dostawców geosyntetyków. Przed przystąpieniem do robót

Wykonawca zobowiązany jest do zapoznania się z odnośnymi dokumentami dotyczącymi wykonywanych robót.

Należy także uwzględnić wpływ kolejności i sposobu wykonywania geomateracy (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

5.2. Roboty przygotowawcze

Roboty przygotowawcze dotyczą ustalenia lokalizacji geomateracy, wytyczenie trasy. Odtworzenie trasy i punktów wysokościowych, a także pozostałe prace przygotowawcze powinny odpowiadać wymaganiom WWiORB D-M 00.00.00, „Wymagania ogólne”.

Przygotowanie podłoża wymaga:

- wyrównania powierzchni,
- wytyczenia miejsc ułożenia geosyntetyków w planie oraz na odpowiednich rzędnych wysokościowych.

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:

- szczegółowy plan rozmieszczenia geomateracy, z uwzględnieniem ewentualnych projektowanych lub wykonanych elementów wzmocnień wgłębnych
- lokalizację wykonanych 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.

5.4. 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 WWiORB. 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 WWiORB. Na rozłożonej warstwie geosyntetyku należy ułożyć kruszywo i zagęścić do wymaganych parametrów (wskaźnik zagęszczenia oraz moduł odkształcenia E_2).

Zasypywanie powinno następować od czoła pasma na ułożony materiał, po czym zasyпка 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 warstwa 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.

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.

5.5. Odcinek próbny

W uzasadnionych przypadkach lub na polecenie Inżyniera/Inspektora Nadzoru Wykonawca wykonana odcinek próbny geomateraca, na którym należy zweryfikować rozwiązanie projektowe badaniami wskazanymi w pkt. 6 niniejszych WWiORB.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót

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

Badania należy wykonywać zgodnie z normami podanymi w niniejszym WWiORB.

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 WWiORB.

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.
- 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 robót

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 zasyпки. Badania kontrolne należy wykonywać dla każdej warstwy. Kontrola dotyczy stwierdzania zgodności prowadzenia robót z wymaganiami pkt 5 niniejszych WWiORB. 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 m³ 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 1500m² 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 zasypki, 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 $I_0 = E_2/E_1 \leq 2,5$ (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.

6.8. 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 ± 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 może 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 $+1, -3\text{cm}$ ($+2, -3\text{cm}$).

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 WWIORB, 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 OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m^2 (metr kwadratowy) wykonanego materaca.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w WWIORB D-M 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, WWIORB i wymaganiami Inżyniera/Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania wg pkt. 6 niniejszych WWIORB 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

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- przygotowanie podłoża,
- ułożenie geosyntetyków,

– wbudowanie kruszywa wraz z odpowiednim zagęszczeniem.

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

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 komplet 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 WWIORB 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 dokonanymi w trakcie robót (dokumentację powykonawczą).

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

8.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami

Jeżeli wystąpią wyniki negatywne dla materiałów i robót (nie spełniające wymagań określonych w WWIORB i opracowanych na ich podstawie 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 WWIORB), 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 WWIORB 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 D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² materaca obejmuje:

- prace pomiarowe i oznakowanie robót,
- wykonanie i uzgodnienie projektów technologicznych,
- 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 WWIORB 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 przełożeniami ruchu, drogami tymczasowymi itp.
- uporządkowanie i oczyszczenie terenu robót z odpadów, ich usunięcie i likwidacja/utylicacja,
- 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 WWIORB oraz zapewnienie właściwej kontroli jakości zgodnie z pkt 6 WWIORB,
- inne niezbędne czynności związane bezpośrednio z wykonaniem warstw wzmocniających z geosyntetyków i kruszywa,
- wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem robót zgodnie z wymaganiami niniejszych WWIORB.

W cenach jednostkowych należy uwzględnić ewentualne dodatkowe zakresy wzmocnień, wynikające z lokalizacji dróg technologicznych, technologii budowy itp. Należy również uwzględnić ewentualną konieczność wykonywania drugiej warstwy materaca w miejscach, gdzie będzie to uzasadnione względami technicznymi. W przypadku, gdy poziom

wzmocnienia podłoża wykonany będzie niżej, niż jest to określone w Dokumentacji Projektowej (Projekt Wykonawczy), to Wykonawca uzupełni grunt do tego poziomu bez dodatkowej zapłaty.

9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

Cena wykonania robót określonych niniejszymi WWIORB obejmuje:

- roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych, jak geodezyjne wytyczenie robót itd.

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-06050 Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonywania i badania przy odbiorze.
6. PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
7. PN-EN 14475 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Grunt zbrojony
8. 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).
9. PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.
10. PN-EN 13251 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w robotach ziemnych, fundamentowaniu i konstrukcjach oporowych
11. PN-EN ISO 10318 Geotekstyli. Terminologia.
12. PN-EN ISO 10319 Geotekstyli. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek.
13. PN-EN ISO 13431 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Wyznaczanie pełzania podczas rozciągania i zniszczenia przy pełzaniu.
14. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
15. PN-B-04492 Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczanie wskaźnika wodoprzepuszczalności.

-
16. Inne normy powołane w dokumentach dopuszczających wybrane wyroby i materiały do obrotu i powszechnego stosowania oraz WWIORB związanych z niniejszymi WWIORB.

10.2. Inne dokumenty

1. Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. IBDiM. Warszawa 2002.
2. Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego. Załącznik do zarządzenia nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 27.06.2019 r.
3. Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami. Instytut Techniki Budowlanej. Instrukcje, Wytyczne, Poradniki nr 429/2008.
4. Recommendation for Design and Analysis of Earth Structures Rusing Geosynthetic Reinforcements – EBGEO. German Geotechnical Society