

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D.02.02.04.

WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO GEOMATERACAMI

1. WSTĘP

Przedmiotem niniejszych Warunków Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wytyczne do przygotowania przez Wykonawcę Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych dla robót związanych z wykonaniem półmateracy geosyntetycznych.

Zakres robót obejmuje:

- a) zwieńczenie kolumn żwirowo-betonowych półmateracami geosyntetycznymi z geosyntetyku o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie oraz min. 0,50m warstwy kruszywa naturalnego
- b) wzmocnienie podłoża gruntowego półmateracami geosyntetycznymi oraz min. 0,50m warstwy kruszywa naturalnego

1.1. Określenia podstawowe

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.

Geosiatka – geosyntetyk o płaskiej strukturze w postaci siatki, z otworami znacznie większymi niż elementy składowe, z oczkami połączonymi (przeplatany) w węzłach 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.).

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z określeniami i definicjami podanymi w normach, przepisach oraz adekwatnych Specyfikacjach Technicznych związanych z zakresem stosowania niniejszej WWiORB.

2. MATERIAŁY

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w WWiORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

2.1. Geosyntetyki

Obliczenia wytrzymałości oraz dopuszczalnego wydłużenia geosyntetyków wzmacniających podstawę nasypu oraz stanowiące zwieńczenie kolumn żwirowo - betonowych należy przeprowadzić w oparciu o wytyczne zawarte w jednym z poniższych opracowań:

- EBGEO - Recommendation for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcement,
- BS 8006:1995 lub BS 8006-1:2010 - Code of practice for strenghtened/reinforced soil and other fills,
- Poradnik ITB 429/2008 – Projektowanie konstrukcji oporowych stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami – Warszawa 2008,

Należy stosować wyroby geosyntetyczne zgodne z wymaganiami normy PN-EN 13251. Do wbudowania można zastosować tylko materiały dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie komunikacyjnym zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami, posiadające oznakowanie CE lub oznaczone znakiem budowlanym wraz z dołączonym certyfikatem zgodności lub deklaracją zgodności. Wyroby przyjęte do wbudowania powinny mieć charakterystykę i właściwości techniczno – użytkowe zgodne z dokumentami dopuszczającymi je do obrotu i stosowania (normy, aprobaty techniczne).

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 (georuszty, geowłókniny, łączniki systemowe) pochodziły od tego samego producenta.

Na każdym oddzielnym odcinku wzmocnienia geomateracami powinny być zastosowane materiały pochodzące od jednego producenta.

Łączniki do łączenia pasm geosyntetyków ze sobą w celu uzyskania pasma o wymaganej długości, powinny być elementami tego samego systemu zbrojącego, przystosowane do współpracy z konkretnym typem georusztu i dostarczone przez producenta wraz z wyrobem głównym. Należy stosować łączniki umożliwiające uzyskanie wytrzymałości połączenia co najmniej równej wytrzymałości geosyntetyku.

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 ziemi. 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.

W oparciu o podane w dokumentacji projektowej wytrzymałości długoterminowe należy dobrać wyroby o wytrzymałości nominalnej (charakterystycznej, krótkotrwałej, doraźnej), badanej zgodnie z normą PN-EN ISO 10319, gwarantowanej przez producenta z co najmniej 95% poziomem ufności, uwzględniając:

- a) trwałość dla czasokresu eksploatacji 120 lat,
- b) ogólny współczynnik bezpieczeństwa (w wysokości odpowiadającej przyjętej metodzie obliczeń),
- c) cząstkowe współczynniki bezpieczeństwa materiałowego uwzględniające (adekwatnie dla danego wyrobu, jego funkcji, zabudowy i przyjętej metody obliczeń):
 - wpływ pełzania przy rozciąganiu; ustalany w oparciu o PN-EN ISO 13431,
 - proces wytwarzania wyrobu; ustalany na podstawie procedur kontroli jakości i danych z testów,
 - uszkodzenia w czasie wbudowania; ustalany na podstawie wyników badań wykonywanych wg metod znormalizowanych w kraju producenta wyrobu lub wg norm powołanych w PN-EN 13251,
 - straty wytrzymałościowe na połączeniach,
 - właściwości tarcia między gruntem a wyrobem (wpływ poślizgu i wyciągania)
 - wpływ środowiska gruntowego o $pH=2,0\div 12,5$ (temperaturowy, biologiczny, chemiczny),
- d) wartość odkształceń geosiatki/georusztu (na jego kierunku roboczym) w okresie od jego zabudowy (od momentu obciążania, lecz nie później niż 1 miesiąc) do końca założonego okresu eksploatacji $\varepsilon_{gr} \leq 1\%$.

Producent lub dostawca geosyntetyków, wraz z oferowanym wyrobem, powinien dostarczyć Wykonawcy robót informacje o wartościach współczynników na podstawie, których deklarowana jest wytrzymałość długoterminowa danego wyrobu.

2.2. Geowłóknina separacyjno-filtracyjna

Jeżeli dokumentacja projektowa przewiduje ułożenie pod geomateracami geowłókninę dla odseparowania półmateraca od podłoża gruntowego to geowłóknina powinna spełniać poniższe wymagania.

Geowłóknina wbudowywana bezpośrednio pod konstrukcją geomateracy powinna spełniać funkcję separacyjno-filtracyjną. Powinna być wykonana z polipropylenu, jako igłowana, nietkana, aby materiał posiadał właściwości dyfuzyjne, pozwalające na swobodny przepływ wody.

Podstawowe wymagane właściwości geowłókniny:

- masa powierzchniowa: $\geq 170 \text{ g/m}^2 (\pm 10\%)$,
- grubość (pod naciskiem 2 kPa): min. 1.0 mm ($\pm 10\%$),
- siła przebicia (metoda CBR): $\geq 2.0 \text{ kN}$,
- wytrzymałość (UTS) na rozciąganie (wzdłuż/wszerz pasma): $\geq 13/13 \text{ kN/m}$,
- wydłużenie względne przy obciążeniu maksymalnym (wzdłuż/wszerz pasma): max. 50/50 %,
- wodoprzepuszczalność prostopadła do powierzchni (przy $\Delta H_{\text{wody}}=100\text{mm}$): $\geq 70 \text{ l/m}^2\text{s}$,
- wodoprzepuszczalność w płaszczyźnie geowłókniny (przy nacisku 20kPa): $\geq 3 \text{ l/godz./m}^2$,
- charakterystyczna wielkość porów O_{90} : $\sim 85 \mu\text{m}$.

2.3. Kruszywo

Materiałem do wypełnienia geomateracy powinno być kruszywo łamane o uziarnieniu 0/31,5mm. Kruszywo powinno być jednorodne, bez domieszek gliny i zanieczyszczeń obcych. Szczegółowe wymagania dla kruszywa – wg WWIORB D.04.04.02; wymagany moduł odkształcenia wtórnego $E_2 \geq 60$ MPa (wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 0,97$).

3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w WWIORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.3.

Do układania geosyntetyków należy stosować układarki o prostej konstrukcji, umożliwiające rozwijanie geosyntetyku ze spuli, itp. przez podwieszenie rolki do wyciągnika koparki, ciągnika, ładowarki, itp. Wykonawca powinien używać takiego sprzętu, aby nie uszkodzić materiału geosyntetycznego.

Do rozkładania i zagęszczania kruszywa należy stosować sprzęt jak do wykonania warstw podbudowy wg pkt 3 WWIORB D.04.04.02, adekwatny do wielkości robót, rodzaju kruszywa i grubości warstwy. Używany sprzęt powinien uzyskać akceptację Inżyniera.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w WWIORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Geosyntetyki można przewozić dowolnymi środkami transportowymi w warunkach zabezpieczających je przed zawilgoceniem, ogrzaniem i naświetleniem, uszkodzeniami mechanicznymi, chemikaliami oraz zgodnie z zaleceniami producenta.

Każdy geosyntetyk powinien być oznaczony w sposób jednoznacznie pozwalający na jego identyfikację. Oznaczenia powinny zawierać co najmniej następujące informacje:

- rodzaj i typ wyrobu (także symbol odmiany – jeśli występuje) oraz nazwę handlową,
- rodzaj polimeru z którego jest wykonany,
- wymiary rolki lub arkusza oraz masę powierzchniową,
- wielkość oczek (dla geosiatek),
- nazwę i adres producenta oraz datę produkcji,
- rodzaj i numer dokumentu dopuszczającego wyrób do obrotu i stosowania.

Transport kruszywa może odbywać się samochodami samowyladowczymi w sposób zabezpieczający je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem lub zawilgoceniem.

5. WYKONANIE ROBÓT

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

W wypadku prowadzenia robót w strefie linii elektroenergetycznych WN, SN i nn należy opracować instrukcję bezpiecznej pracy w strefie linii napięć oraz uzgodnienie jej z właścicielami linii. Wykonywanie robót wzmocnieniowych należy zsynchronizować z wykonywaniem przełożenia sieci, wykonaniem przepustów, itp.

5.1. Zwieńczenie kolumn żwirowo-betonowych półmateracem geosyntetycznym (warstwa transmisyjna)

W miejscach występowania kolumn żwirowo – betonowych należy wykonać zwieńczenie przy zastosowaniu materacy geosyntetycznych o wytrzymałości geosyntetyku dostosowanej do wysokości nasypu i parametrów wytrzymałościowych gruntu zaliegającego w podłożu. Przy projektowaniu parametrów tej warstwy (w obliczeniach) należy uwzględnić siły poprzeczne działające na kolumny żwirowo-betonowe.

Przed rozłożeniem geowłókniny i/lub geosiatek należy stwierdzić poprawność wykonania podłoża (projektowany poziom, zagęszczenie, równość, spadki itp.) – zgodnie z ustaleniami dokumentacji projektowej i wymaganiami odpowiednich WWIORB. Powierzchnia podłoża powinna być równa,

bez ostrych występow i wgłębień mogących powodować uszkodzenie geosyntetyku w czasie układania lub pracy.

Geosyntetyki należy ułożyć w dwóch warstwach w kierunku podłużnym i poprzecznym do osi nasypu. Na rozłożonych geosyntetykach należy uformować i zagęścić warstwę kruszywa, tak aby całość po zagęszczeniu tworzyła półmaterac o miąższości równej 0,5 m.

Podczas rozkładania geosyntetyków, aby zapobiec ich 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.).

Niedopuszczalny jest ruch pojazdów gąsienicowych, walców okołkowanych i innych ciężkich maszyn bezpośrednio po ułożonym materiale geosyntetycznym. Wymagana jest warstwa zasypki co najmniej 20 cm.

Pomiędzy sąsiednimi pasmami geosyntetyku należy stosować zakłady o szerokości 0,5 m (najpowszechniej stosowana wielkość zakładu zalecana praktycznie przez wszystkich producentów geosyntetyków). Wytrzymałość w miejscach połączeń pasm powinna być co najmniej równa wytrzymałości w „caliznie”.

Wymagany zgodnie z normą PN-S-02205 wtórny moduł odkształcenia E_2 w podstawie nasypu należy odbierać na warstwie wzmacniającej.

5.2. Wzmocnienie podłoża pod nasypami przy pomocy półmateracy geosyntetycznych

W miejscach zalegania w podłożu pod nasypami mineralnych gruntów słabonośnych (grunty spoiste bezpośrednio pod powierzchnią terenu), zaprojektowano wzmocnienie podłoża pod nasypami przy pomocy półmateraca geosyntetycznego o miąższości 0.5m. Półmaterac należy formować bezpośrednio po zdjęciu humusu na wyrównanym podłożu rodzimym.

Przed rozłożeniem geowłókniny i/lub geosiatek należy stwierdzić poprawność wykonania podłoża (projektowany poziom, zagęszczenie, równość, spadki itp.) – zgodnie z ustaleniami dokumentacji projektowej i wymaganiami odpowiadających WWIORB. Powierzchnia podłoża powinna być równa, bez ostrych występow i wgłębień mogących powodować uszkodzenie geosyntetyku w czasie układania lub pracy.

Jeżeli wymaga tego dokumentacja projektowa, dla separacji półmateracy od podłoża gruntowego, na przygotowanym podłożu należy ułożyć geowłókninę separacyjną.

W trakcie układania geosyntetyków, aby zapobiec ich 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.).

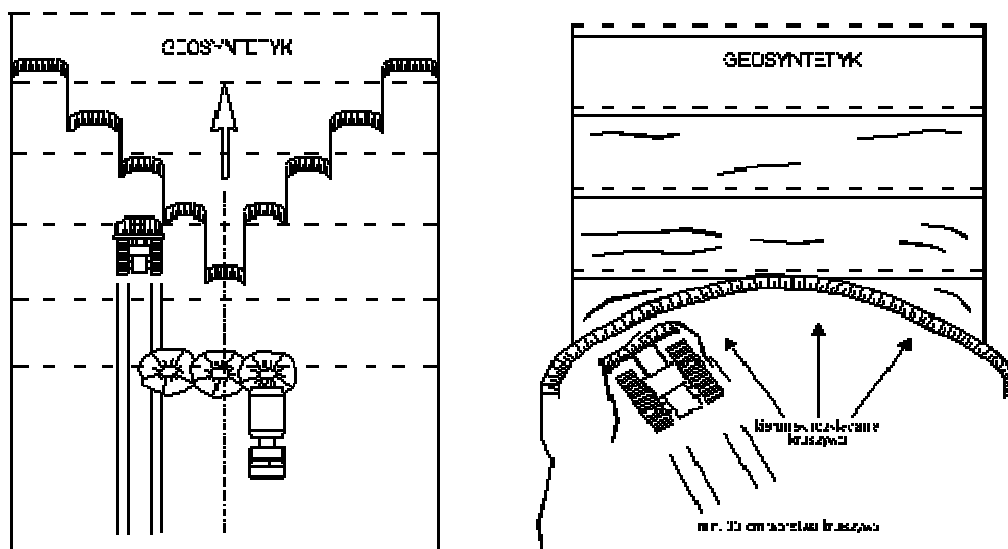
Niedopuszczalny jest ruch pojazdów gąsienicowych, walców okołkowanych i innych ciężkich maszyn bezpośrednio po ułożonym materiale geotekstylnym. Wymagana jest warstwa zasypki co najmniej 20cm. W przypadku dużych spadków poprzecznych podłożę pod materac należy ukształtować poprzez wykonanie schodkowania.

Pomiędzy sąsiednimi pasmami geosyntetyków użytych do budowy półmateraca należy stosować zakłady o szerokości 0,5m (najpowszechniej stosowana wielkość zakładu zalecana praktycznie przez wszystkich producentów geosyntetyków). Wytrzymałość w miejscach połączeń pasm powinna być co najmniej równa wytrzymałości w „caliznie”.

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.

Wymagany zgodnie z normą PN-S-02205 wtórny moduł odkształcenia E_2 w podstawie nasypu należy odbierać na warstwie wzmacniającej, z częstotliwością 1 badanie na 1500m², dodatkowo w miejscach wątpliwych i wskazanych przez Nadzór.

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



Rys.1. Zagęszczanie kruszywa na powierzchni geosyntetyku

W celu niedopuszczenia do pogarszania parametrów wytrzymałościowych gruntu rodzimego, prace związane z wykonaniem materaca należy poprzedzić wykonaniem sprawnego systemu odwadniającego. Odwodnienie ma zapewnić obniżenie zwierciadła wody gruntowej i szybki odbiór wody opadowej z powierzchni terenu w trakcie prowadzonych robót.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w WWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

6.1. Przed przystąpieniem do robót

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, deklarację właściwości użytkowych, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inżyniera. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości kruszywa określone w pkt 2.
- sprawdzić cechy zewnętrzne geotekstyliów w zakresie widocznych wad technologicznych.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

Przed rozpoczęciem robót należy także sprawdzić kompletność i poprawność wykonania robót związanych z przygotowaniem podłoża pod geomaterace.

6.2. W czasie wykonywania robót

Przy instalacji geosyntetyków należy kontrolować poprawność rozwijania, układania, łączenia, mocowania i kotwienia pasm, zgodnie z projektem roboczym.

Kontrola zasypywania obejmuje sprawdzenie prawidłowości użycia odpowiedniego materiału, jego wbudowywanie oraz zagęszczanie. W zakresie właściwości kruszywa, jego uziarnienia i wilgotności – zgodnie z pkt 6.2 WWiORB D.04.04.02.

Zagęszczenie warstwy, o grubości równej wysokości geomateraca, powinno odbywać się do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia), określonego metodą normalną próby Proctora (metoda II). Zagęszczenie należy sprawdzać nie mniej niż jeden raz 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 zasyпки, kontrolę zagęszczenia należy oprzeć na pomiarze nośności warstwy wg metody obciążeń płytowych (przy użyciu płyty o średnicy 30 cm). Obciążenia należy wykonać w punktach jak przy wyznaczaniu wskaźnika zagęszczenia.

Zagęszczenie warstwy należy uznać za prawidłowe, gdy dla wszystkich punktów pomiarowych osiągnięte zostaną wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 i wskaźnika odkształcenia I_0 podane w PN-S-02205:1998 dla podłoża. Częstotliwość pomiaru wskaźnika zagęszczenia I_s oraz wtórnego modułu odkształcenia E_2 musi spełniać wymagania zawarte w normie PN-S-02205:1998.

Inżynier może zmienić podane ilości pomiarów a także zlecić dodatkowe pomiary i badania w miejscach budzących wątpliwości. Gdy liczba pomiarów dla pojedynczego geomateraca wyniesie co najmniej 10, można stosować metodę statystyczną (wyliczenie wartości średniej wskaźnika).

6.3. Badania wykonanego geomateraca

Dla każdego odrębnego geomateraca należy sprawdzić jego cechy geometryczne.

- 1) Ukształtowanie w planie: przesunięcia w stosunku do położenia projektowanego nie więcej niż ± 5 cm, w każdym punkcie na całej długości i szerokości.
- 2) Grubość po zagęszczeniu kruszywa: zgodna z określoną w dokumentacji projektowej z tolerancją $\pm 5\%$ (badać w 3 losowo wybranych punktach na każde 1500 m² powierzchni rzutu).
- 3) Równość warstwy: nierówności podłużne mierzone łatą 4 metrową oraz nierówności poprzeczne mierzone łatą 2 metrową, nie mogą przekraczać 10mm.
- 4) Spadki podłużne i poprzeczne: mierzone co najmniej w 3 przekrojach (oś i krawędzie), za pomocą łaty 2 metrowej i poziomicy, powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,5\%$.
- 5) Rzędne wysokościowe: różnice między rzędnymi górnej powierzchni wykonanego geomateraca a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać $\pm 0,5$ cm.

7. OBMIAR ROBÓT

Kontrakt ryczałtowy – jednostką obmiaru jest wykonana i odebrana protokołem Odbioru Końcowego jednostka określona w STWiORB.

8. ODBIÓR ROBÓT

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

Odbiorowi podlega każdy odrębny technologicznie zakres robót tj. układanie geosyntetyku, wbudowanie i zagęszczenie warstw kruszywa oraz wykonany geomaterac - na zasadzie robót zanikających i ulegających zakryciu. Odbiór dotyczy każdego obszaru (odcinka) ułożonych geomateracy wskazanego w Dokumentacji Projektowej – niezależnie.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i WWiORB jeżeli wszystkie badania i pomiary z uwzględnieniem tolerancji i wymagań Inżyniera dały pozytywne wyniki.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Wynagrodzenie ryczałtowe: zasady płatności podano w umowie pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- PN-EN 13251 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w robotach ziemnych, fundamentowaniu i konstrukcjach oporowych
- PN-EN ISO 10318 Geotekstylia. Terminologia.
- PN-EN ISO 10319 Geotekstylia. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek.
- PN-EN ISO 13431 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie pełzania podczas rozciągania i zniszczenia przy pełzaniu.

10.2. Inne dokumenty

- Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym - GDDP Warszawa 2002.
- EBGEO - Recommendation for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcement,
- BS 8006:1995 lub BS 8006-1:2010 - Code of practice for strengthened/reinforced soil and other fills,
- Poradnik ITB 429/2008 – Projektowanie konstrukcji oporowych stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami – Warszawa 2008,