

# **WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**D.02.03.01.a**

**ZBROJENIE NASYPÓW GEOSYNTETYKAMI**

## 1. WSTĘP

### 1.1. Określenia podstawowe

**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.

**Nasyp zbrojony** - nasyp do budowy którego użyto geosyntetyki.

**Skarpa** - boczna powierzchnia nasypu lub wykopu o kształcie i nachyleniu dostosowanym do właściwości gruntu i lokalnych uwarunkowań.

**Zasypka** - odpowiednio uziarniony grunt rozkładany warstwami pod i nad siatkami geosyntetycznymi. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z określeniami i definicjami podanymi w normach, przepisach oraz adekwatnych Specyfikacjach Technicznych związanych z zakresem stosowania niniejszej STWiORB.

## 2. MATERIAŁY

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

### 2.1. Grunty do budowy nasypów

Do budowy nasypów w obszarach zbrojonych geosyntetykami, można użyć grunty dopuszczone specyfikacją STWiORB D.02.03.01, z uwzględnieniem wymagań wskazanych w części dokumentacji projektowej dotyczącej wzmocnienia konstrukcji nasypów drogowych (kąt tarcia wewnętrznego  $[\varphi]$ , ciężar objętościowy  $[Y]$  i spójność  $[C_u]$ ).

### 2.2. Geosyntetyki

Zakłada się zbrojenie skarp nasypów konstrukcją z gruntu zbrojonego wkładkami z geosiatki o wytrzymałości obliczeniowej długoterminowej  $F_{dmin} = 40 \text{ kN/m}$  (jest to wytrzymałość po uwzględnieniu wszystkich współczynników materiałowych). Ostateczna wartość wytrzymałości obliczeniowej długoterminowej oraz inne parametry zostaną określone w projekcie wykonawczym.

Obliczenia wytrzymałości oraz dopuszczalnego wydłużenia geosyntetyków wzmacniających korpus nasypu 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,

W przypadku zastosowania przez Wykonawcę do budowy nasypów gruntów niespoistych o kącie tarcia wewnętrznego  $\Phi \geq 36^\circ$  (piaski średnie, grube, żwiry, pospółki) lub gruntów spoistych ulepszonych spoiwami hydraulicznymi można zrezygnować ze zbrojenia skarp nasypów przy pomocy geosyntetyków.

Należy stosować wyroby geosyntetyczne zgodne z wymaganiami normy PN-EN 13251 dla funkcji - zbrojenie. 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 zaprojektowanych konstrukcji (georuszty, geosiatki, geotkaniny) pochodziły od tego samego 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 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. 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 geosiatki (geotkaniny) i dostarczone przez producenta wraz z wyrobem głównym. Należy stosować łączniki umożliwiające uzyskanie wytrzymałości połączenia co najmniej równej wytrzymałości geosyntetyku.

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  $pH=2,0^{12,5}$  (temperaturowy, biologiczny, chemiczny),
- d) wartość odkształceń (na kierunku roboczym) w okresie od zabudowy (od momentu obciążania, lecz nie później niż 1 miesiąc) do końca założonego okresu eksploatacji  $\epsilon_{gr} \leq 5\%$ .

Obliczenia wytrzymałości należy wykonać wg Instrukcji ITB 429/2007.

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

Użyty materiał musi spełniać wymagania założone w obliczeniach oraz wymagania podane w STWiORB.

### **3. SPRZĘT**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Geosyntetyki są dostarczane na budowę w postaci rolek, do ich rozładunku można użyć standardowych dźwigów. Rozwijanie rolek wykonywane może być ręcznie lub mechanicznie. Do układania geosyntetyków zaleca się stosować układarki o prostej konstrukcji, umożliwiające rozwijanie geosyntetyku ze szpuli, np. przez podwieszenie rolki do wysięgnika koparki, ciągnika, ładowarki itp. Pasma geosyntetyków docinane są do odpowiedniej długości przy użyciu narzędzi ręcznych, np. sekatora czy ostrego noża.

Do wykonywania robót ziemnych związanych z zabudową geosyntetyków w nasypach można stosować sprzęt taki jak ładowarki, koparki, walce, płyty vibracyjne, ubijaki mechaniczne itp. odpowiadający wymaganiom STWiORB D.02.03.01.

Wykonawca powinien używać takiego sprzętu, aby nie uszkodzić materiału geosyntetycznego.

#### **4. TRANSPORT**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB 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/georusztów),
- nazwę i adres producenta oraz datę produkcji,
- rodzaj i numer dokumentu dopuszczającego wyrób do obrotu i stosowania.

#### **5. WYKONANIE ROBÓT**

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

Przed przystąpieniem do wykonywania robót Wykonawca opracuje i przedstawi Inżynierowi do akceptacji plan układania geosyntetyków, określający poziomy układania (rzędne), wymiary pasm, kierunek postępu robót, kolejność układania pasm, szerokość zakładów na prostych i łukach, sposób łączenia, mocowania tymczasowe i inne istotne uwarunkowania realizacyjne (m.in. rozwiązania ewentualnej kolizyjności z innymi robotami).

##### **5.1. Roboty przygotowawcze**

Roboty przygotowawcze dotyczące m.in. ustalenia lokalizacji nasypu, odtworzenia trasy, ewentualnego usuwania przeszkód, przygotowania podłoża, usuwania humusu itp. są przedmiotem odrębnych specyfikacji technicznych.

##### **5.2. Wykonywanie nasypów**

Zasady dotyczące wykonania nasypów, ich kształt, wymiary geometryczne, rzędne, pochylenia skarp itp. powinny być zgodne z ustaleniami Dokumentacji Projektowej i wymaganiami zawartymi w STWiORB D.02.03.01.

### 5.3. Zbrojenie gruntu nasypów

Grunt zbroi się zgodnie z Dokumentacją Projektową w miejscach charakterystycznych przekrojów poprzecznych, pasami wkładek zbrojeniowych z geosiatki, układanymi poziomo, prostopadle do osi podłużnej nasypu. W miejscu zawinięcia geosiatki na kolejną warstwę gruntu układa się geowłókninę dla zabezpieczenia gruntu nasypu przed wysypaniem przez oczka geosiatki.

Należy bezwzględnie przestrzegać układania właściwego rodzaju i typu geosyntetyku na projektowanym poziomie warstwy a także zachowania wymaganej długości pasma tego geosyntetyku na odcinku od lica skarpy do jego zakończenia w głębi nasypu. Przy układaniu i zasypywaniu geosyntetyków należy przestrzegać zasad, wymagań i zaleceń zawartych w instrukcjach producentów oraz STWiORB D.02.03.01.

Geosyntetyki pożądanym jest tak układać, by pasma leżały poprzecznie do kierunku zasypywania.

Standardowa kolejność wykonywania robót przy zbrojeniu nasypów geosyntetykami polega na:

- przygotowaniu podłoża wg Dokumentacji Projektowej i przedmiotowej Specyfikacji,
- ułożeniu i zagęszczeniu gruntu zasypowego do wysokości pierwszej warstwy geosyntetyku,
- ułożeniu pierwszej warstwy geosyntetyku i wykonanie ewentualnych połączeń z pasmami sąsiednimi,
- naciągnięciu pasm geosyntetyku zgodnie z zaleceniami Producenta,
- ułożeniu i zagęszczeniu gruntu zasypowego do poziomu układania kolejnej warstwy geosyntetyku,
- w przypadku wykorzystania do zbrojenia nasypów geosiatek - wykonanie zakotwienia poprzez zawinięcie każdego pasma geosiatki wokół ułożonej na nim warstwy zasypki (na powierzchni czołowej) jak pokazano w dokumentacji projektowej, W takim przypadku należy zwiększyć długość geosiatki o min. 2,50m.
- układaniu kolejnych warstw geosyntetyków i warstw zasypki, do poziomu wskazanego na rysunkach.

Należy zwracać uwagę, aby rzędna warstwy gruntu po zagęszczeniu dokładnie odpowiadała rzędnej układania warstwy geosyntetyku, zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Do zasypywania należy użyć materiału zgodnie z pkt 2.1 niniejszej STWiORB. Grunt zasypowy powinien być wbudowywany tak, aby opadał on z niewielkiej wysokości na geosyntetyk; w przypadku stosowania geosiatek pozwala to uzyskać bardzo dobre zazębienie gruntu z geosiatką a w przypadku geotekstyliów zmniejsza prawdopodobieństwo przebicia. Nie dopuszcza się ruchu jakichkolwiek pojazdów, maszyn i sprzętu bezpośrednio po rozłożonej warstwie geosyntetyku. Ruch taki jest możliwy po rozłożonej na nim warstwie gruntu o

grubości przynajmniej 15 cm. Równocześnie z wykonywaniem zbrojenia gruntu geosyntetykami należy układać warstwy gruntu w nasypach poza blokiem gruntu zbrojonego, przy użyciu normalnego sprzętu do robót ziemnych oraz zgodnie z STWiORB D.02.03.01.

Przy wykonywaniu wzmocnień nasypów Wykonawca powinien uwzględnić przerwy technologiczne dla pali ekranów.

#### **5.4. Tolerancje wykonawcze**

Nasypy zbrojone geosyntetykami należy kształtować z dopuszczalnymi tolerancjami podanymi w STWiORB D.02.03.01 dla drogowej budowli ziemnej jako całości.

Dla każdej warstwy geosyntetyków dopuszczalne odchyłki na poziomie ich ułożenia wynoszą:

1. Ukształtowanie w planie: przesunięcia w stosunku do położenia projektowanego nie więcej niż  $\pm 10$  cm, w każdym punkcie na całej długości i szerokości.
2. Równość warstwy: nierówności podłużne mierzone łata 4 metrową oraz nierówności poprzeczne mierzone łata 2 metrową, nie mogą przekraczać 10 mm.
3. Rzędne wysokościowe: różnice między rzędnymi ułożonej warstwy a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać  $\pm 5$  cm.

### **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

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

Każdy oddzielny odcinek nasypu zbrojonego geosyntetykami wskazany w dokumentacji projektowej podlega odrębnej kontroli w pełnym zakresie.

#### **6.1. Przed przystąpieniem do robót**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać i przedstawić Inżynierowi wymagane dokumenty, dopuszczające wybrane materiały do obrotu i powszechnego stosowania: aprobaty techniczne, certyfikaty, deklarację właściwości użytkowych, ewentualne wyniki badań materiałów wykonane przez producentów lub dostawców itp. oraz wykonać badania gruntów przeznaczonych do zasypki geosyntetyków w celu akceptacji materiału na zgodność z wymaganiami pkt. 2.1 niniejszej STWiORB.

Wykonawca powinien również sprawdzić cechy zewnętrzne gotowych materiałów i wyrobów - na zgodność dostawy z zamówieniem. Geosyntetyki należy sprawdzić w zakresie widocznych wad technologicznych i uszkodzeń mechanicznych; nie dopuszcza się zastosowania tych wyrobów z wadami. Sprawdzenie cech wytrzymałościowych należy przeprowadzić w przypadkach budzących wątpliwości co do jakości wyrobu a także w zakresie wskazanym przez Inżyniera. Przed przystąpieniem do robót należy sprawdzić czy zostały wykonane roboty przygotowawcze wg pkt 5.1 niniejszej STWiORB. Układanie geosyntetyków można realizować po pozytywnym odbiorze tych robót.

## **6.2. W czasie wykonywania robót**

W czasie wykonywania robót należy prowadzić kontrolę bieżącą prawidłowości układania geosyntetyków, ich zasypywania oraz zagęszczania tej zasypki.

Należy sprawdzać poszczególne czynności związane z instalacją geosyntetyków a w szczególności ich zakotwienie i napinanie oraz połączenia. Należy także kontrolować stan powierzchni wywiniętej części geosyntetyków w płaszczyźnie skarp - uszkodzenia, pęknięcia, brak ciągłości materiału są niedopuszczalne.

## **6.3. Po wykonaniu robót**

Po wykonaniu wszystkich robót należy przeprowadzić kontrolę i badania przewidziane w adekwatnych Specyfikacjach dla drogowej budowl ziemnej jako całości. W szczególności należy sprawdzić czy wykonana została obudowa przeciwoerozyjna na powierzchni skarp. Nie dopuszcza się pozostawienia odsłoniętej części geosyntetyków (wywiniętej w płaszczyźnie skarp) na długotrwałe działanie czynników atmosferycznych a w szczególności na promieniowanie słoneczne.

## **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 STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Do odbioru Wykonawca powinien przedstawić wszystkie dokumenty z bieżącej kontroli jakości robót. Odbiorowi podlega każdy odrębny technologicznie zakres robót tj. układanie geosyntetyków, ich zasypywanie oraz zagęszczanie tej zasypki - na zasadzie robót zanikających i ulegających zakryciu. Odbiór zabudowanej warstwy geosyntetyków następuje po jej montażu, zakotwieniu i napięciu lecz przed zasypaniem.

Odbiór dotyczy oddzielnie każdej warstwy przedzielonej geosyntetykiem.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i STWiORB 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**

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,