

D - 02.03.01.1

**WZMOCNIENIE GEOSYNTETYKIEM
PODŁOŻA i NASYPU
NA GRUNCIE SŁABONOŚNYM**

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wzmocnienia geosyntetykiem podłoża nasypu oraz podłoża pod konstrukcję parkingów na gruncie słabonośnym przy: Budowa ciągu komunikacyjnego pomiędzy ul. Parkową i Turystyczną w Skokach.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacje Techniczne stanowią część Dokumentów Kontraktowych i należy je stosować w zleceniu i wykonaniu Robót opisanych w podpunkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem wzmocnienia podłoża i nasypu na gruncie słabonośnym za pomocą geosyntetyku zastosowanego przy budowie:

- ścieżki pieszo - rowerowej

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Geosyntetyk - materiał o postaci ciągłej, wytwarzany z wysoko spolimeryzowanych włókien syntetycznych jak polietylen, polipropylen, poliester, charakteryzujący się m.in. dużą wytrzymałością oraz wodoprzepuszczalnością.

Geosyntetyki obejmują: geosiatki, geowłókniny, geotkaniny, geodzianiny, georuszty, geokompozyty, geomembrany.

1.4.2. Geowłóknina - materiał nietkany wykonany z włókien syntetycznych, których spójność jest zapewniona przez igłowanie lub inne procesy łączenia (np. dodatki chemiczne, połączenie termiczne) i który zostaje maszynowo uformowany w postaci maty.

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

1.4.4. Geokompozyt - materiał złożony z co najmniej dwóch rodzajów połączonych geosyntetyków, np. geowłókniny i geosiatki, uformowanych w postaci maty.

1.4.5. Geosiatka - płaska struktura w postaci siatki, z otworami znacznie większymi niż elementy składowe, z oczkami połączonymi (przeplatany) w węzłach lub ciągnionymi

1.4.6. Georuszt - siatka wewnętrznie połączonych elementów wytrzymałych na rozciąganie, wykonanych jako ciągnione na gorąco, układane i sklejjane lub zgrzewane.

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

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

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

1.4.10. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 2.

2.2. Materiały do wykonania robót

2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową i aprobatą techniczną

Materiały do wykonania wzmocnienia podłoża nasypu za pomocą geosyntetyku powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub ST oraz z aprobatą techniczną IBDiM.

2.2.2. Geosyntetyk

Rodzaj geosyntetyku i jego właściwości powinny odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej. W dokumentacji przewidziano zastosowanie dwóch rodzajów geosyntetyków.

Ze względu na trudne warunki gruntowo wodne oraz grubości warstw słabonośnych gruntów w miejscu projektowanego nasypu – tj. w km 0+500,0-0+555,0 ścieżki po wykonaniu zdjęcia w-wy humusu gr. 80cm zastosowano geotkaninę wysokiej wytrzymałości np. typu GEOLON PET 600 lub PES GEONIA DML60

Na odcinku od km 0+338,0 do km 0+480,0 ze względu na brak wysokich nasypów zastosowano pod konstrukcję (po usunięciu warstw humusu – wg dok. projektowej) geowłókninę o parametrach odpowiadających np. TYPAR SF40

Cechy użytkowe zastosowanych materiałów geosyntetycznych

Specyfikacja – geotkanina PES Geonia DML60

Parametry	Jedn.	DML 10	DML 20	DML 40	DML 60	DML 70	DML 80
Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż	kN/m	100	200	400	600	700	800
Wytrzymałość na rozciąganie w szerz	kN/m	50	50	50	50	50	50
Wydłużenie przy zerwaniu	%	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
Wytrzymałość przy wydłużeniu 2 %	kN/m	18/10	45/10	80/10	105/10	150/10	165/10
Wytrzymałość przy wydłużeniu 5 %	kN/m	45/25	95/25	190/25	280/30	350/25	400/25
Odporność na przebicie CBR	kN	6,5	9,0	15	TBA	TBA	TBA
Wodoprzepuszczalność prostopadła	l/m²s	1	1	10	3	5	5

Specyfikacja – Geolon PET 600

Parametr	Jednostka	PET 100	PET 150	PET 300	PET 600	PET 800	PET 1000
Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż	kN/m	105	155	315	660	880	1100
Wytrzymałość na rozciąganie wszerz	KN/m	50	50	50	50	100	100
Wydłużenie przy zerwaniu	%	10/10	10/10	10/10	12/11	12/13	12/13
Wytrzymałość przy wydłużeniu 5%	kN/m	50	75	150	300	400	500
Wytrzymałość przy wydłużeniu 10%	kN/m	100	150	300	600	800	1000
Odporność na przebicie CBR	kN	5	5	9	11	11	11
Odporność na przebicie dynamiczne	mm	12	10	10	15	15	15
Umowny wymiar porów	µm	72	70	60	200	150	100
Wodoprzepuszczalność prostopadła	l/m²s	5	5	5	5	5	5
Szerokość rolki	M	5	5	5	5	5	5
Długość rolki	M	300	300	200	150	100	100
Ciężar rolki	kg	420	540	600	840	780	950

Specyfikacja – geowłóknina SF40

Właściwości	Metoda badawcza	Jednostka	SF20	SF24	SF27	SF32	SF33	SF37	SF40	SF44	SF45	SF49	SF56	SF65	SF70	SF77	SF85	SF94	SF111
Opis produktu																			
Masa powierzchniowa	EN ISO 9864	g/m²	68	80	90	110	110	125	136	150	150	165	190	220	240	260	290	320	375
Grubość przy nacisku 2kN/m²	EN ISO 9863-1	mm	0,35	0,38	0,39	0,43	0,45	0,45	0,47	0,48	0,50	0,49	0,57	0,59	0,65	0,65	0,73	0,74	0,83
Grubość przy nacisku 200kN/m²	EN ISO 9863-1	mm	0,28	0,29	0,31	0,35	0,36	0,37	0,39	0,40	0,40	0,40	0,48	0,53	0,59	0,59	0,69	0,69	0,79
Właściwości mechaniczne																			
Pochłanianie energii	EN ISO 10319	kJ/m2	1,0	2,0	1,8	3,0	3,2	3,6	3,7	4,5	4,8	5,8	5,8	7,4	8,2	8,6	9,8	11,4	13,0
Wytrzymałość na rozciąganie	EN ISO 10319	kN/m	3,4	5,0	5,0	7,0	8,0	8,5	9,0	10,3	12,0	12,6	13,1	16,5	16,7	20,0	21,3	25,0	30,0
Wydłużenie przy zastosowaniu max siły rozciągającej	EN ISO 10319	%	35	40	40	45	42	52	52	52	50	52	52	55	55	55	55	55	55
Wytrzymałość na rozciąganie przy 5% wydłużeniu	EN ISO 10319	kN/m	1,8	2,3	2,6	3,3	3,0	3,8	4,0	4,5	4,4	5,2	5,7	6,8	7,2	8,2	8,8	10,0	11,5
Siła przebicia stemplem	EN ISO 12236	N	500	700	750	1000	1100	1200	1250	1575	1600	1800	1850	2350	2400	2900	3150	3500	4250
Odporność na przebicie dynamiczne	EN ISO 13433	mm	50	45	45	35	35	33	29	27	30	30	22	25	23	22	16	17	14
Wytrzymałość na wyrywanie przy kopaniu	ASTM D4632	N	300	420	450	625	650	725	750	900	940	1050	1100	1400	1450	1680	1750	2050	2350
Wytrzymałość na rozciąganie	ASTM D4533	N	160	215	220	290	260	320	370	385	320	335	460	440	570	450	610	570	600
Właściwości hydrauliczne																			
Umowny wymiar porów O ₉₀	EN ISO 12956	µm	225	210	175	140	200	130	120	100	130	90	80	80	75	75	70	70	65
Przepuszczalność wody w płaszczyźnie prostopadłej V _{H50}	EN ISO 11058	10 ⁻³ m/s	180	110	100	70	65	50	50	40	33	25	35	18	20	12	15	5	5
Wielkość przepływu przy słupie wody wynoszącym 10 cm	BS 6906-3	l/(m².s)	240	190	175	110	113	80	75	70	68	50	60	35	40	23	30	15	15
Przepuszczalność wody kv a/ przy nacisku 20kN/m²	DIN 60500-4	10 ⁻⁴ m/s	5,2	4,9	4,7	4,6	3,5	3,2	2,8	2,6	2,6	1,7	1,9	1,6	1,8	1,4	1,6	1,1	1,0
Przepuszczalność wody kv a/ przy nacisku 200kN/m²	DIN 60500-4	10 ⁻⁴ m/s	3,2	3,1	3,1	2,9	2,3	1,8	2,0	1,8	1,7	1,2	1,4	1,2	1,3	1,0	1,2	0,8	0,7

Przy zastosowaniu geosyntetyku do oddzielenia korpusu nasypu od słabego podłoża zaleca się materiały o wytrzymałości co najmniej 8 kN/m oraz dużej odkształcalności (np. włókniny o wydłużeniu przy zerwaniu co najmniej 40%); materiały te powinny zapewnić swobodny przepływ wody.

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

Warunki składowania nie powinny wpływać na właściwości geosyntetyków. Podczas przechowywania należy chronić materiały, zwłaszcza geowłókniny 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.

2.2.3. Grunty na nasypy

Grunty na nasypy powinny odpowiadać wymaganiom ST D-02.03.01 [3].

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 3.

3.2. Sprzęt stosowany do wykonania wzmocnienia geosyntetykiem podłoża nasypu

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

- a) do układania geosyntetyków
układarki o prostej konstrukcji, umożliwiające rozwijanie geosyntetyku ze szpuli, np. przez podwieszenie rolki do wysięgnika koparki, ciągnika, ładowarki itp.
- b) do wykonania robót ziemnych
równiarki, walce, płyty wibracyjne, ubijaki mechaniczne itp. odpowiadające wymaganiom ST D-02.03.01 [3].

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 4.

4.2. Transport materiałów

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 przebić lub rozciąć geowłókniny.

Materiał ziemny na nasypy powinien być przewożony zgodnie z wymaganiami ST D-02.03.01 [3].

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 5.

5.2. Zasady wykonywania robót

Konstrukcja i sposób wykonania wzmocnienia geosyntetykiem podłoża oraz podstawy nasypu powinny być zgodne z dokumentacją techniczną i ST.

5.3. Roboty przygotowawcze

Roboty przygotowawcze dotyczą ustalenia lokalizacji nasypu, odtworzenia trasy, ew. usunięcia przeszkód, przygotowania podłoża i ew. usunięcia górnej warstwy podłoża słabonośnego. **W dokumentacji projektowej przewidziano usunięcie 30-80cm warstwy słabego podłoża.**

Odtworzenie trasy i punktów wysokościowych, usunięcie drzew, krzaków, humusu, darniny i roboty rozbiórkowe powinny odpowiadać wymaganiom ST D-01.02.04 [2].

Przygotowanie podłoża wymaga:

- usunięcia drzew, krzewów, korzeni, większych kamieni, które mogłyby uszkodzić materiał geotekstylny, a także ziemi roślinnej, o ile jest to możliwe (np. na torfach nie jest wskazane usuwanie tzw. kożucha),
- wyrównania powierzchni, najlepiej przez ścięcie łyżką w ruchu do tyłu, aby układany materiał geotekstylny przylegał na całej powierzchni do podłoża.

5.4. Układanie i zasypywanie geosyntetyków

Geosyntetyki należy układać na podstawie planu, określającego wymiary pasm, kierunek postępu robót, kolejność układania pasm, szerokość zakładów, sposób łączenia, mocowania tymczasowego itp. Wskazany jest kierunek układania „pod górę”.

Geosyntetyki należy tak układać, by pasma leżały poprzecznie do kierunku zasypywania. Zakłady sąsiednich pasm powinny wynosić 50 cm, na podłożu bardzo słabym ($\text{CBR} \leq 2\%$) i nierównym lub w bieżącej wodzie - nawet 100 cm. Przy wykonaniu zbrojenia u podłoża nasypu należy górną część geosyntetyku „zawinąć” pod konstrukcję nasypu na długości 2,0m. 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.). W uzasadnionych przypadkach wymagane jest łączenie pasm, najczęściej na budowie za pomocą zszycia, połączeń specjalnych itp.

Wskazane jest stosowanie pasm jak najszerszych (około 5 m), gdyż mniej jest zakładów i połączeń.

Jeżeli szerokość wyrobu nie jest dostosowana do wymiarów konstrukcji, to rolki materiału można ciąć na potrzebny wymiar za pomocą odpowiednich urządzeń, np. piły mechanicznej. Nie należy przy tym dopuszczać do miejscowego topienia materiału, aby nie spowodować sklejanía warstw rolki.

Zasypywanie powinno następować od czoła pasma na ułożony materiał, po czym zasypka jest rozkładana na całej powierzchni odpowiednim urządzeniem, najczęściej spycharką, a tylko wyjątkowo ręcznie. Duże kamienie nie powinny być zrzucane z większej wysokości, by nie niszczyć geosyntetyków. W takim przypadku celowe jest układanie najpierw bezpośrednio na materiale warstwy bez kamieni. Pasma należy układać „dachówkowo”, aby przesuwanie zasypki nie powodowało podrywania materiału.

Niedopuszczalny jest ruch pojazdów gąsienicowych, walców okołkowanych i innych ciężkich maszyn bezpośrednio po ułożonym materiale geotekstylnym. Wymagana jest warstwa zasypki co najmniej 25-30 cm. Za zgodą Inżyniera można dopuścić ruch ciężkich pojazdów kołowych po materiale, jeśli powstanie kolein powoduje wybranie luzów i napięcie materiału, dzięki czemu lepiej przeciwdziała on odkształceniom gruntu. Koleiny następnie wypełnia się zasypką.

Sposób wykonania nasypu powinien być zgodny z ustaleniami dokumentacji projektowej i odpowiadać wymaganiom ST D-02.03.01 [3].

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty na znak bezpieczeństwa, aprobaty techniczne, certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- sprawdzić cechy zewnętrzne gotowych materiałów z tworzyw.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

6.3. Badania w czasie robót

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów, które należy wykonać w czasie robót podaje tablica 1.

Tablica 1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie robót

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Częstotliwość badań	Wartości dopuszczalne
1	Oczyszczenie i wyrównanie terenu	Całe podłoże	Wg pktu 5.3
2	Zgodność z dokumentacją projektową	Kontrola bieżąca	Wg dokumentacji projektowej
3	Prawidłowość ułożenia geosyntetyku, przyleganie do gruntu, wymiary, wielkość zakładu itp.	Jw.	Wg dokumentacji projektowej, aprobaty technicznej i pktu 5.4
4	Zabezpieczenie geosyntetyku przed przemieszczeniem, prawidłowość połączeń, zakotwień, balastu itp.	Jw.	Jw.
5	Wykonanie nasypu	Jw.	Wg ST D-02.03.01
6	Przestrzeganie ograniczeń ruchu roboczego pojazdów	Jw.	Wg pktu 5.4

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest:

- m² (metr kwadratowy), przy układaniu geosyntetyku,
- m³ (metr sześcienny), przy wykonywaniu nasypów.

Jednostki obmiarowe innych robót są ustalone w osobnych pozycjach kosztorysowych.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według pktu 6 dały wyniki pozytywne.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- przygotowanie podłoża,
- ułożenie geosyntetyku.

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami pktu 8.2. ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] oraz niniejszej ST.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania każdej jednostki obmiarowej obejmuje:

- prace pomiarowe,
- oznakowanie robót,
- przygotowanie podłoża,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych w niniejszej specyfikacji technicznej,
- odwiezienie sprzętu.

Dodatkowo cena wykonania 1 m² układania geosyntetyku obejmuje:

- wykonanie robót przygotowawczych,
- ułożenie geosyntetyku.

Dodatkowo cena wykonania 1 m³ zasypki nasypem ziemnym obejmuje:

- zasypanie geosyntetyku nasypem ziemnym zgodnie z wymaganiami pktu 5.4 niniejszej specyfikacji i ST D-02.03.01 [3].

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.2. Inne dokumenty

4. Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym.
GDDP - IBDiM, Warszawa, 2002