

**SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA  
i ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**M- 15.04.01a**

**WZMOCNIENIE GEOSYNTETYKIEM**

## **WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wzmocnienia geosyntetykiem podłoża nasypu na gruncie słabonośnym ziemnych.

### **1.2. Zakres stosowania ST**

Specyfikacje Techniczne stanowią część Dokumentów Kontraktowych i należy je stosować w zlecaniu 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, zabezpieczenia przepustu geosyntetykami zastosowanego przy budowie:

- trwałych nasypów dróg,
- dróg tymczasowych,
- przepustów,
- innych zastosowań.

### **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, geodżianiny, 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, zastosować geowłóknina o masie powierzchniowej 500g/m<sup>2</sup>

**1.4.4. Geomembrana** – jednolita folia, koloru czarnego z polipropylenu dwustronnie uszorstkowiona o m i n . gr 1.0, 1.5 i 2.0mm.

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

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

**1.4.7. Georuszt** - siatka wewnątrznie połączonych elementów wytrzymałych na rozciąganie, wykonanych jako ciągnione na gorąco, układane i sklejjane lub zgrzewane.

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

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

**1.4.10. 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 (np. geowłóknina, geotkanina, geokompozyt, georuszt itp.).

W przypadku braku wystarczających danych, przy wyborze geosyntetyku można korzystać z ustaleń podanych w załączniku 1 w zakresie właściwości i wyboru materiału.

Przy zastosowaniu geosyntetyku do oddzielenia korpusu nasypu od słabego podłoża zaleca się materiały o wytrzymałości co najmniej 100/100 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 rozwinieniem.

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. Geomembrana**

Geomembrana PP jest wysokiej jakości tworzywem polipropylenowym. Materiał ten przystosowany jest do ekspozycji w bezmiennych warunkach atmosferycznych, nie zawiera żadnych wypełniaczy lub dodatków, które z upływem czasu mogłyby być usunięte ze

struktury tworzywa, powodując jego kruchość. Wykonawca jest zobowiązany do dokumentowania rozładunku przywiezionych rulonów geomembrany z podaniem daty i numerów seryjnych rulonów.

#### **2.2.4. Grunty na nasypy**

Grunty na nasypy powinny odpowiadać wymaganiom ST D-02.00.00 [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 OST D-02.00.00 [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-02.00.00 [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 nasypu powinny być zgodne z dokumentacją techniczną i ST. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszej specyfikacji, pod warunkiem uzyskania akceptacji

Inżyniera. Dotyczy to m.in. zasad wzmocnienia podstawy nasypu, podanych w załączniku 2 i budowy dróg tymczasowych z zastosowaniem geowłóknin, podanych w załączniku 3.

### **5.3. Roboty przygotowawcze**

Roboty przygotowawcze dotyczą ustalenia lokalizacji nasypu, odtworzenia trasy, ew. usunięcia przeszkód, przygotowania podłoża i ew. usunięcia górnej warstwy podłoża słabonośnego.

Odtworzenie trasy i punktów wysokościowych, usunięcie drzew, krzaków, humusu, darniny i roboty rozbiórkowe powinny odpowiadać wymaganiom ST D-01.00.00 [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 30-50 cm, na podłożu bardzo słabym ( $\text{CBR} \leq 2\%$ ) i nierównym lub w bieżącej wodzie - nawet 100 cm. Jeżeli pokrywana powierzchnia jest węższa niż dwie szerokości pasma, to można je układać wzdłuż osi. Należy wówczas szczególnie przestrzegać zachowania zakładu pasm. 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. W przypadku dysponowania wąskimi pasmami (1,5-3 m) korzystny jest układ krzyżowy z przeplecionych prostopadłych pasm, rozwijanych poprzecznie i podłużnie. Układ taki zapewnia skuteczną dwukierunkową współpracę materiału.

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 zrzućane z większej wysokości, by nie niszczyły 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-02.00.00 [3].

## **5.5. Inne roboty**

Do innych robót, nie należących bezpośrednio do zakresu robót przy wzmocnieniu geosyntetykiem podłoża nasypu mogą należeć: nawierzchnia, urządzenia bezpieczeństwa ruchu, elementy odwodnienia, umocnienie skarp itp., które powinny być ujęte w osobnych pozycjach kosztorysowych.

## **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 OST D-02.00.00
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:

- m<sup>2</sup> (metr kwadratowy), przy układaniu geosyntetyku,
  - m<sup>3</sup> (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 m<sup>2</sup> układania geosyntetyku obejmuje:

- wykonanie robót przygotowawczych,
- ułożenie geosyntetyku.

Dodatkowo cena wykonania 1 m<sup>3</sup> zasypki nasypem ziemnym obejmuje:

- zasypanie geosyntetyku nasypem ziemnym zgodnie z wymaganiami pktu 5.4 niniejszej specyfikacji i ST D-02.00.00 [3].

Cena wykonania nie obejmuje robót innych, które powinny być ujęte w osobnych pozycjach kosztorysowych.

## **10. przepisy związane**

### **10.1. Ogólne specyfikacje techniczne (ST)**

1. D-M-00.00.00 Wymagania ogólne
2. D-01.00.00 Roboty przygotowawcze
3. D-02.00.00 Roboty ziemne

### **10.2. Inne dokumenty**

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



## ZAŁĄCZNIKI

### ZAŁĄCZNIK 1

#### WŁAŚCIWOŚCI GEOSYNTETYKÓW (wg [4])

##### 1.1. Surowce do wyrobu geosyntetyków

Głównymi surowcami do wyrobu geosyntetyków są polipropylen PP, poliester PES, PET i polietylen wysokiej gęstości HDPE, w mniejszym zakresie polichlorek winylu PCV, poliamidy PA i inne, a także specjalne tworzywa o dużej sztywności na rozciąganie, małym pełzaniu i dobrej odporności chemicznej, jak poliwinyloalkohol PVA i aramid A. Jako powłoki osłaniające stosuje się polichlorek winylu PCV, polietylen PE, żywice akrylowe i bitumy. Do wyrobów degradablealnych (biomat lub biowłóknin) używane są również materiały roślinne: len, bawełna, juta lub włókno kokosowe.

##### 1.2. Wymagania dotyczące geotekstyliów i wyrobów pokrewnych

Podstawowe informacje o wymaganiach, dotyczących właściwości wyrobów geotekstylnych stosowanych w budownictwie drogowym przedstawiono w tablicy 1.1.

Tablica 1.1. Właściwości wyrobów geotekstylnych

Lp.	Właściwość	Metoda badań wg	Oznaczenie funkcji zbrojenia i wzmocnienia
1	Wytrzymałość na rozciąganie <sup>b)</sup>	PN-EN ISO 10319	H
2	Wydłużenie przy maksymalnym obciążeniu	PN-EN ISO 10319	H
3	Wytrzymałość na rozciąganie szwów i połączeń	PN-EN ISO 10321	S
4	Przebiecie statyczne (CBR) <sup>a),b)</sup>	PN-EN ISO 12236	H
5	Przebiecie dynamiczne	PN-EN 918	H
6	Tarcie	EN ISO 12987	A
7	Pełzanie przy rozciąganiu	PN- ISO 13431	S

8	Uszkodzenia podczas wbudowania	ENV ISO 10722-1	A
9	Charakterystyczna wielkość porów	PN-EN ISO 12956	–
10	Wodoprzepuszczalność w kierunku prostopadłym do powierzchni	PN-EN ISO 11058	A
11	Trwałość	EN 13249 zał. B	H
12.1	Odporność na starzenie w warunkach atmosferycznych	EN 12224	A
12.2	Odporność na degradację chemiczną	ENV ISO 12960 lub ENV ISO 13438 EN 12447	S
12.3	Odporność na degradację mikro-biologiczną	EN 12225	S

#### Oznaczenia:

H - właściwość o znaczeniu zasadniczym

A - właściwość ważna we wszystkich warunkach stosowania

S - właściwość ważna w specyficznych warunkach stosowania

– - właściwość nieistotna dla danej funkcji

#### Uwagi:

a) badanie to może nie mieć zastosowania w przypadku niektórych wyrobów,

np. georusztów

b) oznaczenie "H" w przypadku właściwości mechanicznych (wytrzymałość na rozciąganie i przebicie statyczne) oznacza, że producent powinien zapewnić dane z obu badań. W specyfikacji wyrobu wystarczy zamieścić tylko jeden z tych parametrów

### **1.3. Właściwości identyfikacyjne wyrobu**

Według PN-ISO 10320:1995 właściwości identyfikacyjne wyrobu obejmują m.in. rodzaj polimeru, wymiary rolki lub arkusza wyrobu, masę powierzchniową według PN-EN 965:1999, dla włóknin grubość przy określonych naciskach badaną zgodnie z normą PN-EN 964-1:1999 i umowną wielkość porów  $O_{90}$ , dla geosiatek i georusztów - wielkość oczek.

### **1.4. Właściwości fizyczno-mechaniczne**

Właściwości te obejmują zwykle:

- wytrzymałość i odkształcalność wyrobów, badane zgodnie z normą PN-ISO 10319:1996; ważnymi cechami zachowania materiału są wzbudzone siły oporu na rozciąganie przy różnych wydłużeniach jednostkowych, np. 2%, 5% i 10% (sztywność, moduł sieczny) oraz wydłużenie przy zerwaniu,
- opór geowłóknin i geotkanin na przebicie statyczne (w warunkach adaptowanego badania CBR według PN-EN ISO 12236:1998) lub dynamiczne (metoda spadającego stożka według PN-EN 918:1999),
- w specjalnych przypadkach - wytrzymałość na rozciąganie szwów i połączeń według PN-ISO 10321:1996,
- pełzanie przy rozciąganiu według PN-EN ISO 13431 - w odniesieniu do zbrojenia obciążonego długotrwale oraz pełzanie przy ściskaniu - w przypadku mat drenujących.

### 1.5. Właściwości hydrauliczne

Podstawowe parametry hydrauliczne wyrobu to:

- wodoprzepuszczalność prostopadła do płaszczyzny wyrobu  $k_v$ ,
- wodoprzepuszczalność (geowłóknin) w płaszczyźnie wyrobu  $k_h$ ,
- charakterystyczna wielkość porów  $O_{90}$  lub  $O_{95}$ .

Badania tych parametrów są istotne w przypadku funkcji filtracyjnej geowłóknin i geotkanin, mają też znaczenie w odniesieniu do funkcji rozdzielania. Właściwości hydrauliczne badane są według norm ISO lub EN i ich wersji krajowych.

Wodoprzepuszczalność prostopadłą do płaszczyzny wyrobu  $k_v$  bada się np. zgodnie z PN-EN ISO 11058 (bez obciążenia) lub z projektem E DIN 60500 Teil 4:1997 (pod obciążeniami 2, 20 i 200 kPa). Wodoprzepuszczalność w płaszczyźnie wyrobu  $k_h$  bada się zgodnie z PN-EN ISO 12958 (pod różnymi obciążeniami).

### 1.6. Odporność na uszkodzenia mechaniczne podczas wbudowania

Odporność na uszkodzenia związana jest z właściwościami mechanicznymi i strukturą wyrobu. Dla wyrobów stosowanych jako zbrojenie gruntu lub wzmocnienie wymagane są zwykle próby na budowie. Badanie służy do określenia współczynnika redukcji wytrzymałości wyrobu po wbudowaniu (zasypaniu i zagęszczeniu zasypki), a następnie odkopaniu wyrobu. Warunki wbudowania mogą też być symulowane na podstawie prób laboratoryjnych według ENV ISO 10722-1.

### 1.7. Tarcie po gruncie (przyczepność)

Współczynnik tarcia ma istotne znaczenie w przypadku zbrojenia gruntu oraz materiałów układanych na skarpach. Wartości tarcia między gruntem a materiałem można badać według EN ISO 12957 w specjalnych aparatach skrzynkowych. W szczególnych przypadkach badane jest tarcie po innych materiałach.

Współczynnik tarcia między gruntem zasypki a materiałem geotekstylnym jest zwykle w granicach:

- po geowłókninach i geotkaninach  $f = (0,6 \div 0,7) \operatorname{tg} \Phi_z$ ,
- po geosiatkach (georusztach)  $f = (0,8 \div 1,0) \operatorname{tg} \Phi_z$ .

gdzie  $\Phi_z$  - kąt tarcia wewnętrznego materiału zasypki. W gruntach spoistych można uwzględnić też wpływ przyczepności (adhezji).

W przypadku braku danych doświadczalnych zaleca się przyjmować wartość minimalną  $f_{\min} = 0,5 \operatorname{tg} \Phi_z$ .

## 1.8. Trwałość geosyntetyków

Trwałość geosyntetyków w przeciętnych warunkach jest bardzo duża, wystarczająca do potrzeb budownictwa drogowego. Decydują o niej odporność na działanie czynników klimatycznych (atmosferycznych) oraz na wpływy chemiczne i biologiczne. W zastosowaniach drogowych zgodnie z normą PN-EN 13249 badania trwałości są potrzebne tylko w specyficznych warunkach, np. gdy nie przewiduje się bezpośredniego przykrycia wyrobu gruntem lub gdy występują szczególne zagrożenia środowiskowe. Ogólnie wyroby należy chronić przed dłuższym działaniem światła. Wyroby są zazwyczaj stabilizowane na działanie promieni UV dodatkami np. sadzy, dzięki czemu mogą być odporne na nawet długotrwałą ekspozycję. Zalecane jest jednak szybkie wbudowanie geosyntetyków i przykrycie ich gruntem.

Znaczenie czynnika trwałości zależy od rodzaju zastosowania. Mniej istotne jest przy zastosowaniach krótkoterminowych, np. jako:

- warstwy rozdzielcze pod układanym gruntem nasypowym, traktowane jako wspomaganie technologiczne, potrzebne głównie w momencie wbudowania,
- zbrojenie nasypów na słabym podłożu, którego nośność w wyniku konsolidacji gruntu wzrasta z czasem na tyle, że może samo przejąć obciążenie.

Zasadnicze znaczenie ma trwałość w przypadku zastosowań długoterminowych w odniesieniu do:

- wytrzymałości i odkształcalności - zbrojenia masywów gruntowych (konstrukcji oporowych, stromych skarp), których bezpieczeństwo musi zostać zapewnione przez wytrzymałość geosyntetyków, a także wzmacniania podłoża nawierzchni,
- wodoprzepuszczalności filtrów w systemach odwadniających.

## 1.9. Wybór materiałów geosyntetycznych

Wyboru rodzaju i gatunku materiału należy dokonywać w zależności od jego przeznaczenia (rodzaju zastosowania) oraz od wymaganych właściwości mechanicznych, odporności na uszkodzenia podczas wbudowania, tarcia po gruncie, odporności na czynniki klimatyczne (atmosferyczne), chemiczne, parametrów hydraulicznych itp.

Wybór z wymiarowaniem materiału do zastosowań w budowlach drogowych może być dokonany na podstawie szczegółowych obliczeń.

W przypadkach, gdy przeprowadza się szczegółowe obliczenia, należy dla założonego okresu eksploatacji, obciążeń i środowiska sprawdzić dwa warunki:

- wytrzymałości na rozciąganie,
- dopuszczalnych odkształceń.

Wyroby należy wymiarować na podstawie nominalnej wytrzymałości na rozciąganie  $F_k$ , badanej zgodnie z normą PN-ISO 10319:1996. Jest to wytrzymałość charakterystyczna, krótkotrwała, gwarantowana przez producenta z 95% poziomem ufności. Przyjmowaną do wymiarowania wytrzymałość obliczeniową  $F_d$  materiału należy wyznaczać (np. według normy BS 8006:1995), dzieląc wytrzymałość charakterystyczną przez iloczyn współczynników bezpieczeństwa. Są to: materiałowy współczynnik bezpieczeństwa oraz współczynniki częściowe, uwzględniające wpływ różnych czynników np. pełzanie dla danego stopnia obciążenia i czasu użytkowania obiektu, uszkodzenia podczas wbudowania, osłabienia na połączeniach, wpływy dynamiczne, a w zastosowaniach długotrwałych także szkodliwe oddziaływania środowiska - klimatyczne, chemiczne i starzenie tworzywa. Wartości współczynników zależą od rodzaju wyrobu i tworzywa, konkretnych warunków zastosowania i okresu użytkowania. Niektóre wartości powinny być określone na

podstawie specjalnych badań terenowych lub laboratoryjnych i podane przez producenta wyrobu. W wyniku redukcji wytrzymałość obliczeniowa może stanowić jedynie 10% do 40% wartości nominalnej  $F_k$ , w zależności od rodzaju polimeru, wymaganego okresu trwałości i warunków obciążenia.

Warunek zachowania dopuszczalnych odkształceń polega na sprawdzeniu jednostkowego wydłużenia zbrojenia, odkształceń lub przemieszczeń elementów i całej konstrukcji lub budowli ziemnej (np. według normy BS 8006).

## ZASADY WZMOCNIENIA PODSTAWY NASYPU GEOSYNTETYKIEM (wg [4])

### 2.1. Kryteria stosowania warstw oddzielających

Przy zastosowaniu geosyntetyku jako warstwy oddzielającej korpus nasypu od słabego podłoża (rys. 2.1) zaleca się stosowanie materiałów o wytrzymałości na rozciąganie co najmniej 8 kN/m oraz dużej odkształcalności (np. włókniny o wydłużeniu przy zerwaniu co najmniej 40%) oraz materiały te powinny zapewnić swobodny przepływ wody.

Wzmocnienie słabego podłoża przy istnieniu nawierzchni ulepszonych i nieulepszonych jest wymagane, gdy moduł wtórny odkształcenia podłoża  $E_2$  jest mniejszy od wartości wymaganej przez odpowiednie przepisy. Na przykład według przepisów niemieckich minimalna wartość modułu  $E_2$  na powierzchni podłoża wynosi 45 MN/m<sup>2</sup>. Zgodnie z wytycznymi niemieckimi zastosowanie warstwy geosyntetycznej jako wzmocnienia podłoża jest zalecane, jeżeli jego moduł  $E_2$  jest mniejszy od 30 MN/m<sup>2</sup>, a grubość warstwy potrzebnej wymiany gruntu byłaby nadmierna. W takim przypadku, aby zachować projektowaną niweletę i grubość warstw konstrukcji nawierzchni, należy usunąć górną warstwę słabego gruntu i po wyrównaniu powierzchni ułożyć materiał geosyntetyczny. Zalecane jest użycie geosyntetyków o sztywności zapewniającej przy rozciąganiu siłą 10 kN/m wydłużenie  $\leq 3\%$  (w każdym kierunku). Potrzebne wzmocnienie oraz grubość układanej na nim warstwy podbudowy pomocniczej z kruszywa są określane w projekcie nawierzchni, lecz powinna ona wynosić co najmniej 30 cm.

Geosyntetyki układa się zwykle wzdłuż nawierzchni z zakładem co najmniej 50 cm, ewentualnie łącząc pasma. W przypadku układania w poprzek nawierzchni zakład pasm powinien wynosić co najmniej 50 cm. Zasypkę układa się od czoła. Niedopuszczalny jest ruch bezpośrednio po geosyntetykach. Warstwę kruszywa zagęszcza się do wymaganego, możliwego do uzyskania, wskaźnika zagęszczenia (zwykle  $I_s = 1,0$ ).

Skuteczność wzmocnienia można sprawdzić np. przez pomiar wtórnego modułu odkształcenia podłoża  $E_2$ , który powinien być nie mniejszy od 45 MN/m<sup>2</sup>. Miarodajny jest wynik badania po co najmniej 3-4 dniach po zagęszczeniu warstwy kruszywa.

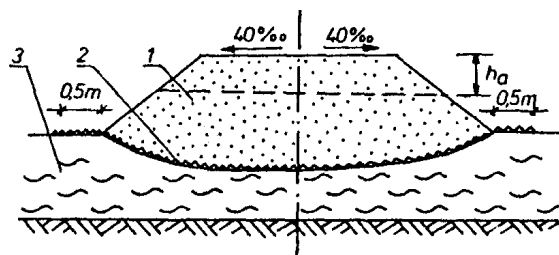
Przepisy szwajcarskie podają dla warstwy oddzielającej poniżej nasypu gruntowego na słabym podłożu następujące kryteria:

	geowłókniny	geotkaniny
masa powierzchniowa g/m <sup>2</sup>	$\geq 200$	$\geq 200$
wytrzymałość na rozciąganie kN/m	$\geq 15$	$\geq 40$
wydłużenie przy zerwaniu %	$\geq 40$	$\geq 25$
siła przebijania (badanie CBR) ( $x^* - s$ ) [kN]	$\geq 2,5$	$\geq 2,5$
wielkość charakterystyczna porów $O_{90 \text{ gtx}}$	$< 2,5 \cdot d_{50}$	$< 2,5 \cdot d_{50}$

$$d_{50} < O_{90 \text{ gtx}} < d_{90} \quad d_{50} < O_{90 \text{ gtx}} < d_{90}$$

współczynnik  $k_v$  przy nacisku  $2 \text{ kN/m}^2$ ,  $> 10^{-3}$   $> 10^{-3}$   
m/s

współczynnik  $k_v$  przy nacisku  $20 \text{ kN/m}^2$ ,  $> 10^{-4}$   $> 10^{-4}$   
m/s



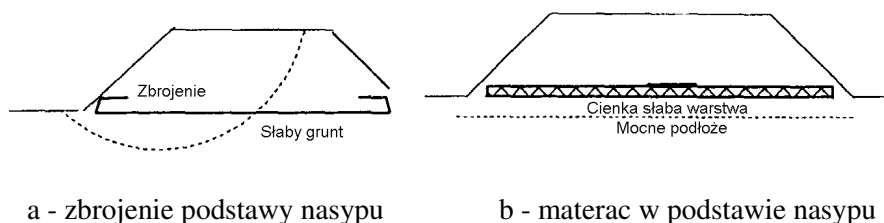
Rys. 2.1. Schemat nasypu na gruncie słabonośnym z zastosowaniem geosyntetyku

1 - nasyp drogowy, 2 - warstwa geosyntetyku, 3 - grunt słabonośny

## 2.2. Zbrojenie z geosyntetyków w podstawie nasypu

Nasyp doznaje osiadań, zwykle największych w pobliżu osi. Powodują one zachowanie się korpusu nasypu jak belki zginanej w przekroju poprzecznym drogi. Zbrojenie geosyntetyków w podstawie nasypu - jak w belce żelbetowej - przejmuje naprężenia rozciągające, zapobiegając spękanom i ograniczając odkształcenia poprzeczne nasypu. Zbrojenie to poprawia stateczność korpusu nasypu przeciwdziałając wypieraniu podłoża na boki, ale nie zmniejsza istotnie osiadań związanych z jego ścisłością. Powoduje jednak, że osiadania są bardziej równomierne.

Zbrojenie jest najbardziej efektywne w dolnej części nasypu. Ma ono korzystniejsze warunki pracy, gdy nie kontaktuje się bezpośrednio ze słabym podłożem, lecz jest położone na warstwie gruntu nasypowego, która powinna być oddzielona od podłoża warstwą włókniny nie ulegającej kolmatacji. Jednak na torfach korzystne jest pozostawienie powierzchniowej warstwy trawiastej. Rozwinięciem tego rozwiązania jest materac z kruszywa otoczonego materiałem geosyntetycznym. Warstwa taka spełnia też rolę drenażu, potrzebnego zwłaszcza, gdy korpus nasypu jest zbudowany z gruntu spoistego. Przykłady zastosowań zbrojenia w nasypach przedstawia rysunek 2.2 a i b.



a - zbrojenie podstawy nasypu

b - materac w podstawie nasypu

Rys. 2.2. Przykłady zbrojenia nasypów geosyntetykami

Potrzebny przekrój zbrojenia oblicza się zwykle przyjmując za podstawę początkową wytrzymałość na ścinanie słabego podłoża oraz obliczeniową krótkotrwałą wytrzymałość zbrojenia geotekstylnego (dla potrzebnego czasu konsolidacji, np. 1 rok). Jeżeli jednak przewidywana wytrzymałość podłoża po jego skonsolidowaniu pod nasypem nie zapewnia stateczności bez zbrojenia, to przekrój zbrojenia należy wymiarować uwzględniając redukcję wytrzymałości odpowiednio do projektowanego okresu użytkowania budowli ziemnej (zwykle 60 do 120 lat).



## DROGI TYMCZASOWE BUDOWANE Z ZASTOSOWANIEM GEOWŁÓKNIN NA GRUNTACH SŁABONOŚNYCH

(wg: „Projektowanie dróg z zastosowaniem włókna”,

Problemy Projektowania Dróg i Mostów nr 2/1988)

Przy budowie dróg tymczasowych, których celem jest zapewnienie przejazdu samochodów bez ograniczeń głębokości kolein, nie ma potrzeby przeprowadzania obliczeń stateczności nasypu drogowego. Orientacyjną wysokość nasypu nad warstwą geowłókniny można określić z tablicy 3.1, w zależności od natężenia ruchu drogowego i rodzaju gruntu słabonośnego.

Tablica 3.1. Orientacyjna wysokość nasypu dróg tymczasowych w zależności od natężenia ruchu drogowego i rodzaj gruntu słabonośnego

Średniomiesięczne natężenie ruchu drogowego w jednym kierunku samoch./dobę	Wysokość nasypu nad geowłókniną, cm			
	torf osuszony	torf mało wilgotny	grunt gliniasty o wilgotności $W < 0,9 W_T$	grunt gliniasty lub z torfem o wilgotności $W > 0,9 W_T$
Pojedyncze samochody	40 - 60	60 - 70	25 - 40	40 - 60
Do 50 samoch./d <sup>x)</sup>	50 - 80	60 - 90	40 - 60	50 - 80
Powyżej 50 samoch./d <sup>x)</sup>	60 - 90	70 - 100	50 - 80	60 - 90
B. ciężkie obciążenia (przejazd jednorazowy)	60 - 80	60 - 90	40 - 60	60 - 90

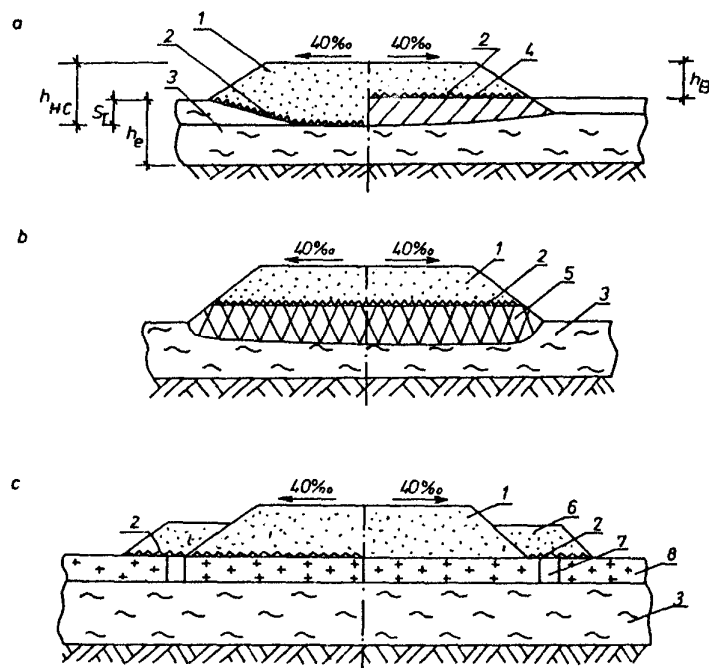
Uwagi:

1. Znak <sup>x)</sup> oznacza, że długotrwałość okresów eksploatacji z podanym natężeniem ruchu nie powinna przekraczać jednego roku.
2. Mniejsze wartości wysokości nasypu przyjmuje się dla dróg wykonanych z mieszanek piaszczysto-żwirowych o składzie optymalnym, większe - z drobnych nie zapyłonych piasków.
3. Natężenie ruchu podano dla obciążenia obliczeniowego w postaci samochodu z ciśnieniem jednostkowym w oponie 0,55 MPa i obciążeniem na oś max. 90 kN.
4. Tablica obowiązuje dla geowłóknin z umownym modułem odkształcenia 50 - 100 N/cm, otrzymanym przy rozciąganiu jednoosiowym.

5.  $W_T$  - granica płynności gruntu.

Konstrukcję dróg tymczasowych z zastosowaniem geowłóknin na gruntach słabonośnych przedstawiono na rysunku 3.1 z tym, że stosuje się je w następujących przypadkach:

- na gruntach słabonośnych (błotach) głębokości do 4 m, w których zalegają torfy zwarte i średniej zwartości z wilgotnością do 1300% lub sapropele (szlamy gnilne) o wilgotności do 200%, względnie słabe grunty gliniaste lub grunty z przekładkami torfowymi - według rysunku 3.1a,
- w przypadku istnienia wód powierzchniowych lub przy złym stanie podłoża, wykonuje się warstwę z gruntu miejscowego grubości 20-30 cm - według konstrukcji podanej na prawej stronie rysunku 3.1a,
- na podłożach ze znacznie nawodnionym torfem o wilgotności ponad 1300%, a także na odcinkach głębokich błot o charakterystykach wymienionych w podpunkcie a), dla których wysokość nasypu  $h_{HC}$  jest mniejsza od sumy  $S_T$  (osiadanie nasypu) +  $h_B$  (głębokość wody powierzchniowej) + dodatkowe podwyższenie korony nasypu = 0,2 m - według rysunku 3.1b, Dolną część nasypu wykonuje się z miejscowego zagęszczonego gruntu torfowego, a na nim układa się włókninę,
- przy budowie nasypu w okresie zimowym, bez usunięcia górnej warstwy torfu stosuje się konstrukcję zgodną z rysunkiem 3.1c.



Rys. 3.1. Konstrukcje dróg tymczasowych na gruntach słabonośnych

a - przy głębokości słabych gruntów do 4 m, b - przy głębokości słabych gruntów powyżej 4 m, c - przy budowie nasypu w okresie zimowym

1 - nasyp z piasku, 2 - geowłóknina, 3 - grunt słabonośny, 4 - grunt miejscowy,  
5 - torf, 6 - ławki gruntowe, 7 - przekopy w torfie, 8 - zmarznięty torf

**SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA  
i ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**M.12.01.00  
WYKONANIE ZBROJENIA**

## WSTĘP

### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych związanych z wykonaniem zbrojenia elementów żelbetowych w ramach Rozbudowa drogi krajowej nr 12 na odcinku Kąkolewo- Garzyn.

### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót objętych ST

Roboty, których dotyczy ST obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie zbrojenia ze stali do zbrojenia betonu. W zakres tych robót wchodzi przygotowanie i montaż zbrojenia oraz kotew talerzowych.

### 1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami oraz z określeniami podanymi w M-00.00.00

### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST M-00.00.00 „Wymagania ogólne” , pkt 1.5.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

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

### 2.2. Materiały do wykonania robót

#### 2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową

Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej i ST.

#### 2.2.2. Stosowane materiały

Do wykonania zbrojenia betonu w elementach obiektu inżynierskiego można stosować następujące materiały:

- stal do zbrojenia betonu,
- drut montażowy,
- podkładki dystansowe,
- elektrody do spawania prętów zbrojeniowych.

#### 2.2.3. Stal do zbrojenia betonu

Klasy	AI	AIIN
Gatunek	St3S-b*	BSt500S
Rodzaj prętów okrągłych	gładka	żebrowana dwuskośnie
Średnice[mm]	5.5-40	10-32
Granica plastyczności [MPa]	Min.240	min.500
Wytrzymałość na rozciąganie [MPa]	370-460	550

Wydłużalność [%]	24	12
Próba na zginanie	a=180° d=2a*	Tab 5***

\* - wg normy PN-89/H-84023/06

\*\* - wg norm PN-ISO 6935-1 wraz z PN-ISO 6935-1/AK

\*\*\* - wg norm PN-ISO 6935-2 wraz z PN-ISO 6935-2/AK

Własności mechaniczne i technologiczne dla walcówki i prętów powinny odpowiadać wymaganiom podanym w PN-89/H-84023/06, PN-ISO 6935-1 (/AK) oraz PN-ISO 6935-2 (/AK).

Stal zbrojeniowa dostarczana na budowę powinna mieć certyfikat zgodności z ww. Polskimi Normami. W przypadku stosowania stali niezgodnej z PN musi ona posiadać aprobatę techniczną, potwierdzającą możliwość zastosowania prętów do zbrojenia betonu w obiektach mostowych oraz deklarację zgodności.

Nowe gatunki stali mogą być stosowane pod warunkiem uzyskania aprobaty technicznej wydanej przez upoważnioną jednostkę naukowo-badawczą (np. IBDiM), na podstawie wyników badań wykonanych zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm. Zastosowanie stali innych gatunków lub średnic, niż określono w dokumentacji projektowej, wymaga zgody Inżyniera oraz projektanta.

#### 2.2.4. Zaświadczenie o jakości

##### 2.2.4.1. Atest

Do każdej partii walcówki lub prętów wytwórca jest obowiązany dołączyć zaświadczenie o jakości - atest, stwierdzające zgodność wyrobu z wymaganiami normy lub aprobaty technicznej. W atecie należy podać:

- nazwę wytwórcy,
- oznaczenie wyrobu wg PN-82/H-93215,
- numer wytopu lub numer partii,
- wszystkie wyniki przeprowadzonych badań oraz skład chemiczny wg analizy wytopowej,
- masę partii,
- rodzaj obróbki cieplnej (w przypadku dostawy prętów obrabianych cieplnie).

W oznaczeniu należy podać:

- nazwę wyrobu,
- średnicę wyrobu,
- długość prętów,
- znak stali,
- znak obróbki cieplnej,
- numer normy, wg której pręty zostały wyprodukowane.

##### 2.2.4.2. Cechowanie

Na przewieszkach metalowych przymocowanych co najmniej po dwie do każdej wiązki prętów, kręgów lub kręgu, należy podać w sposób trwały:

- znak wytwórcy,
- średnicę nominalną,
- znak stali,
- numer wytopu lub numer partii,

- znak obróbki cieplnej (w przypadku prętów obrabianych cieplnie).

Ponadto każdą wiązkę prętów i walcówki należy cechować trwałą czerwoną farbą olejną przez malowanie końców prętów od czoła z jednej strony każdej wiązki, natomiast na każdym kręgu walcówki - pasa o szerokości co najmniej 20 mm.

Nie ma konieczności badania stali zbrojeniowej spełniającej wymagania PN-91/S-10042 (z potwierdzeniem certyfikatem zgodności) lub posiadającej aprobatę techniczną (z potwierdzeniem deklaracją zgodności).

Dostarczoną na budowę stal, która:

- nie ma deklaracji (certyfikatu) zgodności z Polską Normą lub aprobatą techniczną,
- oględziny zewnętrzne nasuwają wątpliwości co do jej własności,
- pęka przy wykonywaniu haków, należy odrzucić.

#### 2.2.5. Wady powierzchniowe

Powierzchnia walcówki i prętów powinna być bez pęknięć, pęcherzy i naderwań.

Na powierzchni czołowej prętów niedopuszczalne są pozostałości jamy usadowej, rozwarstwienia i pęknięcia widoczne nieuzbrojonym okiem. Wady powierzchniowe jak rysy, drobne łuski i zawalcowania, wtrącenia niemetaliczne, wżery, wypukłości, wgniecenia, zgorzeliny i chropowatości są dopuszczalne:

- jeśli mieszczą się w granicach dopuszczalnych odchyłek średnicy dla walcówki i prętów gładkich wg PN-82/H-93215 ,
- jeśli nie przekraczają 0,5 mm, licząc od średnicy rdzenia dla walcówki i prętów żebrowanych o średnicy nominalnej do 25 mm, zaś 0,7 mm dla prętów o większych średnicach.

#### 2.2.6. Wymiary i masy

Wymiary przekroju poprzecznego, jak średnice nominalne i ich dopuszczalne odchyłki, przekroje nominalne, masy teoretyczne i ich dopuszczalne odchyłki oraz zakresy masy dla dopuszczalnych odchyłek, jak również wymiary i rozmieszczenie żeberek, średnice rdzenia powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-82/H-93215.

### 2.3. Drut montażowy

Do montażu prętów zbrojenia należy używać wyżarzonego drutu stalowego, tzw. wiązałkowego. Średnica drutu wiązałkowego powinna być dostosowana do średnicy prętów głównych w złączu, ale nie mniejsza niż 1,0 mm. Przy średnicach większych niż 12 mm należy stosować drut o średnicy 1,5 mm.

### 2.4. Podkładki dystansowe

Dopuszcza się stosowanie stabilizatorów i podkładek dystansowych z betonu lub zaprawy i z tworzyw sztucznych. Podkładki dystansowe muszą być mocowane do prętów. Nie dopuszcza się stosowania podkładek dystansowych z drewna, cegły lub prętów stalowych.

### 2.5. Elektrody do spawania zbrojenia

Elektrody oraz inne materiały do spawania należy stosować według norm przedmiotowych, odpowiednio do gatunku stali, metody i warunków spawania, po akceptacji Inżyniera.

## 3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt 3. Roboty mogą być wykonane ręcznie lub mechanicznie. Roboty należy wykonać przy użyciu odpowiedniego sprzętu zaakceptowanego przez Inspektora.

## 4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt 4. Stal zbrojeniowa powinna być przewożona odpowiednimi, przystosowanymi do tego celu, środkami transportu, w sposób gwarantujący uniknięcia trwałych odkształceń stali oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Ogólne zasady wykonywania robót**

Ogólne zasady wykonywania robót podano w ST M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt 5.

### **5.2. Zasady wykonywania robót**

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową i ST. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszej specyfikacji.

Podstawowe czynności przy wykonywaniu robót obejmują:

- a) roboty przygotowawcze,
- b) przygotowanie zbrojenia do ułożenia,
- c) montaż zbrojenia,
- d) łączenie prętów,
- e) roboty wykończeniowe.

### **5.3. Roboty przygotowawcze**

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, ST lub wskazań Inżyniera:

- ustalić materiały niezbędne do wykonania robót,
- określić kolejność, sposób i termin wykonania robót.

Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty zbrojarskie, a także projekt technologiczny zbrojenia, w którym zostaną m.in. określone miejsca i sposób łączenia prętów, jeśli nie zostało to podane w dokumentacji projektowej.

### **5.4. Przygotowanie zbrojenia**

#### **5.4.1. Oczyszczenie zbrojenia**

Pręty zbrojenia, przed ich ułożeniem w deskowaniu, należy oczyścić z zardzy, luźnych płatków rdzy, kurzu i błota. Stal pokrytą rdzą oczyszcza się szczotkami ręcznie lub mechanicznie. Po oczyszczeniu należy sprawdzić wymiary przekroju poprzecznego prętów na zgodność z wymaganiami PN-82/H-93215. Stal tylko zabłoconą można zmyć strumieniem wody, a pręty oblodzone odmrażać strumieniem ciepłej wody. Stal narażoną na choćby chwilowe działanie słonej wody należy zmyć wodą słodką. Pręty zbrojenia zanieczyszczone tłuszczem (smary, oliwa) lub farbą olejną, należy opalać aż do całkowitego usunięcia zanieczyszczeń.

Możliwe są również inne sposoby czyszczenia stali zbrojeniowej akceptowane przez Inżyniera.

#### **5.4.2. Prostowanie zbrojenia**

Pręty, używane do produkcji zbrojenia, powinny być proste. Dopuszczalna wielkość miejscowego wykrzywienia nie powinna przekraczać 4 mm; w przypadku większych odchyłek stal zbrojeniową należy prostować za pomocą kluczy, młotków, prostowarek i wyciągarek.

#### **5.4.3. Cięcie i gięcie prętów**

Cięcie prętów należy wykonywać przy maksymalnym wykorzystaniu materiałów. Wskazane jest sporządzenie w tym celu planu cięcia. Pręty ucinają się z dokładnością do 1 cm. Cięcie przeprowadza się przy pomocy mechanicznych noży. Dopuszcza się również cięcie palnikiem acetylenowym. Gięcie

prętów należy wykonywać zgodnie z dokumentacją projektową i normą PN-91/S-10042. Na zimno na budowie można wykonywać odgięcia prętów o średnicy  $d \leq 12$  mm.

Pręty o średnicy  $d > 12$  mm powinny być odginane z kontrolowanym podgrzewaniem.

Należy zwrócić uwagę przy odbiorze haków i odgięć na ich zewnętrzną stronę. Niedopuszczalne są tam pęknięcia powstałe podczas wyginania. Walcówki i prętów nie należy zginać w strefie zgrzewania lub spawania. Minimalna odległość spoin od krzywizny odgięcia powinna wynosić 10 d.

W miejscach zagięć i załamów elementów konstrukcji, w których zagięciu ulegają jednocześnie wszystkie pręty zbrojenia rozciąganego, należy stosować średnicę zagięcia równą co najmniej 20 d. Wewnętrzna średnica odgięcia strzemion i prętów montażowych powinna spełniać warunki podane dla haków.

## **5.5. Montaż zbrojenia**

Rozstaw prętów zbrojenia powinien być zgodny z dokumentacją projektową i PN-91/S-10042.

Układ zbrojenia w konstrukcji musi umożliwić jego dokładne otoczenie przez jednorodny beton. Po ułożeniu zbrojenia w deskowaniu, rozmieszczenie prętów względem siebie i względem deskowania nie może ulec zmianie. W konstrukcję można wbudować stal pokrytą co najwyżej nalotem nie łuszczącej się rdzy. Nie można wbudowywać stali zatłuszczonej smarami lub innymi środkami chemicznymi, zabrudzonej farbami, zabłoconej i oblodzonej, stali, która była wystawiona na działanie słonej wody.

Minimalna grubość otuliny zewnętrznej w świetle prętów i powierzchni przekroju elementu żelbetowego powinna być zgodna z dokumentacją projektową i powinna wynosić co najmniej:

- 0,7 m - dla zbrojenia głównego fundamentów i podpór masywnych,
- 0,055 m - dla strzemion fundamentów i podpór masywnych,
- 0,05 m - dla prętów głównych lekkich podpór i pali,
- 0,03 m - dla zbrojenia głównego dźwigarów,
- 0,025 m - dla strzemion dźwigarów głównych i zbrojenia płyt pomostów.

Dla właściwej grubości otulenia prętów betonem, należy stosować podkładki dystansowe z tworzywa sztucznego, betonu lub zaprawy cementowej. Stosowanie innych sposobów zapewnienia otuliny, a szczególnie podkładek z prętów stalowych jest niedopuszczalne. Na wysokości ścian pionowych utrzymuje się konieczne otulenie za pomocą podkładek plastikowych pierścieniowych. Typ podkładek dystansowych powinien być zatwierdzony przez Inżyniera.

Montaż zbrojenia bezpośrednio w deskowaniu zaleca się wykonywać przed ustawieniem szalowania bocznego. Montaż zbrojenia płyt należy wykonywać bezpośrednio na deskowaniu wg naznaczonego rozstawu prętów. Szkielety zbrojenia powinny być, o ile możliwe, prefabrykowane na zewnątrz. Szkielety płaskie i przestrzenne po ich ustawieniu i ułożeniu w deskowaniu należy łączyć zgodnie z rysunkami roboczymi przez spawanie. Skrzyżowanie zbrojenia płyt należy wiązać, zgrzewać lub spawać w dwóch rzędach prętów skrajnych każde skrzyżowanie, w pozostałych rzędach co drugie w szachownice. Zamknięcia strzemion należy umieszczać na przemian. Przy stosowaniu spawania skrzyżowań prętów i strzemion, styki spawania mogą się znajdować na jednym pręcie. Liczba uszkodzonych skrzyżowań w dostarczonych na budowę siatkach lub szkieletach płaskich nie powinna przekraczać 4 w stosunku do wszystkich skrzyżowań w siatce lub szkielecie płaskim. Liczba uszkodzonych skrzyżowań na jednym pręcie nie powinna przekraczać 25% ogólnej ich liczby.

Układanie zbrojenia bezpośrednio na deskowaniu i podnoszenie na odpowiednią wysokość w trakcie betonowania jest niedopuszczalne. Niedopuszczalne jest chodzenie i transportowanie materiałów po wykonanym szkielecie zbrojeniowym.

## **5.6. Łączenie prętów**

### **5.6.1. Zasady łączenia prętów**

Łączenie prętów należy wykonywać zgodnie z PN-91/S-10042.



### 5.6.2. Łączenie prętów za pomocą spawania

Do zgrzewania i spawania prętów mogą być dopuszczeni tylko spawacze mający odpowiednie uprawnienia. Nie należy spawać prętów zbrojeniowych w temperaturze niższej niż -50C.

Stal, w zależności od klasy, należy spawać przy zachowaniu warunków dodatkowych wg. PN-89/H-84023.06 albo aprobaty technicznej.

W mostowych obiektach drogowych dopuszcza się następujące rodzaje spawanych połączeń prętów:

- czołowe, elektryczne, oporowe,
- nakładkowe spoiny dwustronne - łukiem elektrycznym,
- nakładkowe spoiny jednostronne - łukiem elektrycznym,
- zakładkowe spoiny dwustronne - łukiem elektrycznym,
- zakładkowe spoiny jednostronne - łukiem elektrycznym,
- czołowe wzmocnione spoinami bocznymi z blachą półkolistą,
- czołowe wzmocnione jednostronną spoiną z płaskownikiem,
- czołowe wzmocnione dwustronną spoiną z płaskownikiem,
- zakładkowe wzmocnione jednostronną spoiną z płaskownikiem,
- czołowe wzmocnione dwustronną spoiną z miejscowym bokiem płaskownika.

Wymiary spoin i nośności połączeń spawanych należy przyjmować wg normy PN-91/S-10042.

Miejsca spawania powinny być położone poza odcinkami krzywizn prętów. Minimalna odległość spoin od krzywizny odgięcia powinna wynosić 10 d.

### 5.6.3. Łączenie prętów na zakład bez spawania

Dopuszcza się łączenie na zakład bez spawania (wiązanie drutem) prętów prostych, prętów z hakami oraz zbrojenia wykonanego z drutów w postaci pętlic. Skrzyżowania prętów należy wiązać miękkim drutem lub spawać w ilości min. 30% skrzyżowań. Długości zakładów w połączeniach zbrojenia należy obliczać w zależności od ilości łączonych prętów w przekroju oraz ich wymaganej długości kotwienia wg normy PN-91/S-10042.

Dopuszczalny procent prętów łączonych na zakład w jednym przekroju nie może być większy niż:

- a) dla prętów żebrowanych 50%,
- b) dla prętów gładkich 25%.

W jednym przekroju można łączyć na zakład bez spawania 100% dodatkowego zbrojenia poprzecznego, niepracującego. Odległość w świetle prętów łączonych w jednym przekroju nie powinna być mniejsza niż 2 d i niż 20 mm.

## 5.7. Kotwienie prętów

Rodzaje i długości kotwienia prętów w betonie w zależności od rodzaju stali i klasy betonu należy obliczać wg normy PN-91/S-10042.

## 5.8. Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe powinny być zgodne z dokumentacją projektową i ST. Do robót wykończeniowych należą prace związane z dostosowaniem wykonanych robót do warunków budowy obiektu i roboty porządkujące.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w M.00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt 6. Kontrola jakości wykonania zbrojenia polega na sprawdzeniu jakości materiałów, zgodności z Dokumentacją Projektową oraz podanymi powyżej wymaganiami i obowiązującymi normami. Zbrojenie podlega

odbiorowi przed zabetonowaniem. Badaniu stali na budowie należy poddać każdą osobną partię stali nie większą od 60 ton. Partie większe należy podzielić na części nie większe niż 60 t. Z każdej partii należy pobierać po 6 próbek do badania na zginanie i 6 próbek do określenia granicy plastyczności. Stal może być przeznaczona do zbrojenia tylko wówczas, jeśli na próbkach zginanych nie następuje pęknięcie lub rozwarstwienie. Sprawdzenie materiałów w czasie budowy polega na stwierdzeniu, czy gatunki ich odpowiadają przewidzianym w Dokumentacji Projektowej i czy są zgodne ze świadectwami jakości i protokołami odbiorczymi. Sprawdzenie ułożenia zbrojenia wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, poziomnicą i taśmą, suwmiarką i porównanie z Dokumentacją Projektową oraz PN-63/B-06251. Dopuszczalne tolerancje wymiarów w zakresie cięcia, gięcia i rozmieszczenia zbrojenia podaje tablica nr 1.

Dopuszczalna wielkość miejscowego wykrzywienia nie powinna przekraczać 4 mm.

Dopuszczalna różnica długości pręta liczona wzdłuż osi od odgięcia do odgięcia w stosunku do podanych na rysunku nie powinna przekraczać  $\div 10$  mm.

Dopuszczalne odchylenie strzemion od linii prostopadłej do zbrojenia podłużnego nie powinno przekraczać 3 %.

Różnice w rozstawie między prętami głównymi w belkach nie powinny przekraczać +0.5 cm.

Różnice w rozstawie strzemion nie powinny przekraczać +2 cm.

Tablica 1

Parametr	Zakres tolerancji	Dopuszczalna odchyłka
Cięcie prętów (L – długość cięcia wg projektu)	dla L <6.0 m dla L >6.0 m	20 mm 30 mm
Odgięcia (odchylenia w stosunku do położenia określonego w projekcie)	dla L <0.5 m dla 0.5m <L<1.5m dla L >1.5 m	10 mm 15 mm 20 mm
Usytuowanie prętów: a) otulenie (zmniejszenie wymiaru w stosunku do wymagań projektu)		<5 mm
b) odchylenie plusowe (h – jest całkowitą grubością elementu)	dla h<0.5 m dla 0.5 m<h<1.5 m dla h>1.5 m	10 mm 15 mm 20 mm
c) odstęp pomiędzy sąsiednimi równoległymi prętami (kablami) (a – jest odległością projektowaną pomiędzy powierzchniami przyległych prętów)	a<0.05 m a<0.20 m a<0.40 m a>0.40 m	5 mm 10mm 20 mm 30 mm
d) odchylenia w relacji do grubości lub szerokości w każdym punkcie zbrojenia lub otworu kablowego (b – oznacza całkowitą grubość lub szerokość elementu)	b<0.25 m b<0.50 m b<1.5 m	10 mm 15 mm 20 mm

	b>1.5 m	30 mm
--	---------	-------

## 7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt 7. Jednostką obmiaru jest 1 tona stali zbrojeniowej. Do obliczania należności przyjmuje się teoretyczną ilość zmontowanego zbrojenia t.j. łączną długość prętów poszczególnych średnic pomnożoną odpowiednio przez ich ciężar jednostkowy kg/m. Ciężar jednostkowy zbrojenia będzie oparty na gęstości stali równej 7850kg/m<sup>3</sup>. Stal użyta na zakłady przy łączeniu prętów oraz drut wiązałkowy mieszczą się w tak określonej masie zbrojenia. Nie uwzględnia się też zwiększonej ilości materiału w wyniku stosowania przez Wykonawcę prętów o średnicach większych od wymaganych w Dokumentacji Projektowej.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt 8. Roboty objęte niniejszą ST podlegają odbiorom. Odbiór stali na budowie powinien być dokonany na podstawie zaświadczenia, w które powinien być zaopatrzony każdy krąg lub wiązka stali.

Zaświadczenie to powinno zawierać:

- znak wytwórcy,
- średnicę nominalną,
- gatunek stali,
- numer wyrobu lub partii,
- znak obróbki cieplnej.

Cechowanie wiązek i kręgów powinno być dokonane na przywieszkach metalowych po dwie sztuki dla każdej wiązki.

Dostarczona na budowę stal, która:

- nie ma zaświadczenia (atestu),
- oględziny zewnętrzne nasuwają wątpliwości co do jej własności,
- pęka przy wykonywaniu haków,
- może być dopuszczona do wbudowania pod warunkiem uzyskania pozytywnych wyników badań wg normy PN-91/H-04310.

Odbiór zbrojenia przed przystąpieniem do betonowania powinien być dokonany przez Inspektora oraz wpisany do Dziennika Budowy. Odbiór powinien polegać na sprawdzeniu zgodności zbrojenia z rysunkami roboczymi konstrukcji żelbetowej i postanowieniami niniejszej Specyfikacji.

Sprawdzenie zgodności zbrojenia z rysunkami roboczymi obejmuje:

- zgodność kształtu prętów,
- zgodność liczby prętów i ich średnic w poszczególnych przekrojach,
- rozstaw strzemion,
- prawidłowe wykonanie haków, złącz i długości zakotwień,
- zachowanie wymaganej w Dokumentacji Projektowej otuliny zbrojenia.

## 9. PODSTAWA ROZLICZENIA ROBÓT PODSTAWOWYCH, TYMCZASOWYCH, I PRAC TOWARZYSZĄCYCH.

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy rozliczania robót podstawowych , tymczasowych i prac towarzyszących.

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

## **9.2. Podstawy rozliczania robót podstawowych**

Płaci się za wykonaną i odebraną ilość ton stali zbrojeniowej wg ceny jednostkowej która obejmuje:

- zakup i dostarczenie materiału,
- oczyszczenie i wyprostowanie materiału,
- wygięcie, przycinanie, łączenie spawane "na styk" lub "zakład",
- wiązanie przy użyciu drutu wiązałkowego, spawanie oraz montaż zbrojenia w deskowaniu zgodnie z Dokumentacją Projektową i niniejszą, ST.

## **9.3. Podstawy rozliczania robót tymczasowych i prac towarzyszących.**

Cena jednostkowa obejmuje:

- □opracowanie Projektu organizacji i harmonogramu robót oraz uzyskanie akceptacji Inżyniera,
- koszty wykonania niezbędnych rusztowań i pomostów do montażu zbrojenia wraz z ich rozbiórką,
- prace porządkowe oraz koszty wywozu łącznie z kosztami utylizacji powstałych odpadów.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

PN-ISO 6935-1	Stal do zbrojenia betonu – Pręty gładkie
PN-ISO 6935-1/AK	Stal do zbrojenia betonu – Pręty gładkie Dodatkowe wymagania stosowane w kraju
PN-ISO 6935-2	Stal do zbrojenia betonu – Pręty żebrowane
PN-ISO 6935-2/AK	Stal do zbrojenia betonu – Pręty żebrowane Dodatkowe wymagania stosowane w kraju
PN-EN ISO 15630-1	Stal do zbrojenia i sprężania betonu. Metody badań. Część 1. Pręty, walcówka, i drut do zbrojenia betonu
PN-EN ISO 15630-2	Stal do zbrojenia i sprężania betonu. Metody badań. Część 2. Zgrzewane siatki do zbrojenia.
PN-89/H-84023/06	Stal określonego stosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki
PN-82/H-93000	Stal węglowa i niskostopowa. Walcówka i pręty walcowane na gorąco
PN-82/H-93215	Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu
PN-91/S-10042	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie
PN-99/S-10040	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania

