

**D- 10.10.01I**

**GEOSIATKA KOMÓRKOWA**

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej (ST)**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru elementów budownictwa drogowego z zastosowaniem geosiatek komórkowych związanych z realizacją zadania: Przebudowa ul. Admiralskiej w Poznaniu.

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

Specyfikacja Techniczna (ST) stanowi dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót związanych z wykonaniem warstwy geosiatki przestrzennej (wys. 15cm) o granicy plastyczności  $\geq 19$  kN/m wraz z wypełnieniem piaskiem 16 mm - jezdnia (od km 0+490 do ul. Wilków Morskich) - jezdnia (od km 0+490 do ul. Wilków Morskich), jezdnia (wyniesione skrzyżowania od 0+490 do ul. Wilków Morskich).

### **1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji Technicznej dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem podbudowy nawierzchni przy zastosowaniu geosiatki komórkowej wypełnionej materiałem zasypowym. Zakres robót objętych niniejszą ST zgodnie z lokalizacją wg dokumentacji projektowej przedstawia się następująco:

- zabezpieczenie skarpy nasypu kolejowego z zastosowaniem geosiatki komórkowej o wys. 15cm wypełnionej kruszywem łamanym, tłucznem kolejowym lub humusem.

### **1.4. Określenia podstawowe**

Komórkowy system ograniczający – system złożony z geosiatek komórkowych, wypełnionych materiałem zasypowym, który będąc zamknięty w geosyntetycznych komórkach, jest chroniony przed ścinaniem i bocznymi przesunięciami, umożliwiając rozkładanie działającego obciążenia na większym obszarze.

Materiał zasypowy – materiał wypełniający komórki geosiatki, dostosowany do funkcji konstrukcji, obejmujący m.in. kruszywo łamane, żwir, pospółkę, piasek, rozkruszony stary beton, pokruszony żużel hutniczy, beton, grunt miejscowy, ziemię roślinną itp.

Geosiatka komórkowa, geokomórki, geomata (GK) – elastyczna struktura przestrzenna, wykonana z taśm geosyntetyków, połączonych ultradźwiękowymi zgrzeinami punktowymi.

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, geokraty, geowłókniny, geodzianiny, georuszty, geokompozyty, geomembrany.

Geowłóknina – materiał płaski, wytworzony metodami włókienniczymi z włókien syntetycznych, których spójność jest zapewniona przez igłowanie lub inne procesy łączenia (np. dodatki chemiczne, połączenie termiczne) i który maszynowo zostaje uformowany w postaci maty.

Geotkanina – materiał tkany, ze splecionymi ze sobą ciągłymi włóknami polipropylenowymi we wzajemnie prostopadłych kierunkach (wętek i osnowa). Struktura geotkaniny sprawia, że materiał ten przyjmuje własności tworzących go włókien. Mimo, że włókna ułożone są prostopadle do siebie, dzięki ich spleceniu i wzajemnemu tarcu, materiał posiada znaczną wytrzymałość na rozciąganie w kierunku ukośnym.

Geosiatka płaska – geosyntetyczna płaska struktura w postaci siatki z otworami znacznie większymi niż elementy składowe, z oczkami połączonymi węzłami.

Rama montażowa – lekka przenośna rama, służąca do montażu dostarczonych na budowę geosiatek z wzajemnie przylegającymi do siebie taśmami i zapewniająca dokładne rozciągnięcie geosiatki i nadanie jej komórkom nominalnych wymiarów.

Nawierzchnia gruntowa – wydzielony pas terenu, przeznaczony do ruchu lub postoju pojazdów oraz ruchu rowerowy, na którym rozłożono geosiatkę komórkową i wypełniono jej komórki materiałem zasypowym.

Podbudowa nawierzchni drogowej – dolna część nawierzchni służąca do przenoszenia obciążeń od ruchu na podłoże.

Umocnienie skarp – trwałe umocnienie powierzchniowe pochyłych elementów pasa drogowego w celu ochrony przed erozją, za pomocą geosiatki komórkowej ułożonej na skarpach z wypełnieniem komórek geosiatki gruntem miejscowym lub ziemią roślinną.

Wzmocnienie geosiatką komórkową (GK, geomatą) podłoża – wykorzystanie właściwości geosyntetyku w strukturze przestrzennej wypełnionej kruszywem, uwzględniających wytrzymałość i sztywność konstrukcji wzmacnianej do redukcji naprężeń pionowych i poprawienia właściwości mechanicznych gruntu podłoża.

Szpilki i zszywki montażowe – 12mm galwanizowane zszywki do zszywania przylegających wzajemnie do siebie taśm geosiatki komórkowej (geomaty) za pomocą pneumatycznego zszywacza. Szpilki o średnicy 6-12mm lub specjalne kotwy gruntowe służące do montażu (kotwienia) dostarczonych na budowę sekcji, które zapewniają dokładne rozciągnięcie sekcji i nadają geosiatce komórkowej (geomacie) nominalny wymiar. Do łączenia poszczególnych sekcji ze sobą służą również poliamidowe opaski samozaciskowe.

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

### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-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 D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

### **2.2. Materiały do wykonania robót**

#### **2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową.**

Materiał do wykonania robót powinien być zgodny z ustaleniami dokumentacji projektowej lub SST, posiadać certyfikat CE. Oferent lub dostawca komórkowego systemu ograniczającego zobowiązany jest do przedłożenia badań potwierdzających parametry techniczne. Raport z badań sporządzony przez akredytowane jednostki badawcze posiadające uprawnienia do badań według poniższych norm datowany maksymalnie 24 miesiące wstecz zawierać musi następujące wyniki badań według norm:

**Stabilność wymiarowa**

- Współczynnik rozszerzalności cieplnej (ISO 1135902 (TMA) ASTM E831)

**Właściwości Spoiny**

- Wytrzymałość zgrzewu na rozdieranie : (ISO-13426-1 Część 1 Metoda C)

**Rozciąganie**

- Wytrzymałość na granicy plastyczności (Szeroka próbka - bez otworów): kN / m (ISO 10319)
- Wytrzymałość na granicy plastyczności (Szeroka próbka - perforowana): kN / m (ISO 10319)

**Fotochemicznych i odporność na utlenianie**

- Odporność na promieniowanie UV (HPOIT @ 150 ° C) (ASTM D-5885 testing per GRI GM 13)

**DŁUGOTERMINOWE odkształcenia plastycznego (ASTM D-6992 - SIM).** Zmierzone przy obciążeniu 4,4 kN/m.

**Dynamiczna analiza mechaniczna (DMA) (ISO 6721-1, ASTM E2254 - DMA)**

Temperatura kruszenia:

**2.2.2. Materiały do wykonania elementów drogowych z zastosowaniem geosiatki komórkowej**

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu konstrukcji budownictwa drogowego przy użyciu geosiatek komórkowych są:

- geosiatka komórkowa (GEOSYNTETYK Komórkowy);
- geosyntetyki;
- materiały wypełniające geosiatkę (kruszywo);
- materiały do mocowania geosiatki.

**2.2.3. Geosiatka komórkowa**

Geosiatka komórkowa (geosyntetyk komórkowy) to struktura przestrzenna złożona z połączonych ze sobą taśm wykonanych z polimeru. Taśmy po rozciągnięciu tworzą strukturę tzw. plastra miodu w wyniku odpowiedniego połączenia taśm technologią zgrzewania ultradźwiękowego.

Struktura geosiatki komórkowej (geomaty) czyli tzw. sekcja stanowi sieć naprzemianległych komórek, które po rozciągnięciu, zasypaniu i zagęszczeniu do odpowiednich wskaźników zagęszczenia wpływają na znaczną poprawę parametrów nośności i spójności materiału wypełniającego, przeciwdziałając zjawisku osiadania i wymywania materiału wypełniającego z komórek geosiatki przestrzennej.

Taśmy geosiatki komórkowej (geosyntetyku komórkowego) wykonywane są jako obustronnie moletowane, z perforacją.

Do łączenia ze sobą sąsiednich sekcji należy stosować metalowe zszywki galwanizowane lub opaski samozaciskowe poliamidowe, certyfikowane.

Geosiatka komórkowa produkowana jest w różnych typach i rodzajach (zał. 2).

#### **2.2.4. Geosyntetyki**

Do konstrukcji wykonywanych z użyciem geosiatki komórkowej należy stosować geosyntetyki określone w dokumentacji projektowej i spełniające wymagania ST D-04.02.01a.

#### **2.2.5. Materiał wypełniający geosiatkę**

Rodzaj materiału zasypowego tj. wypełniającego geosiatkę komórkową musi być dostosowany do funkcji konstrukcji, zgodnie z ustaleniem dokumentacji projektowej:

- w obrzeżach geosiatki, w celu ograniczenia poziomej podatności konstrukcji można zastosować wypełnienie betonem.

Grunt miejscowy do wypełniania geosiatek powinien być zaaprobowany przez Inżyniera/ przedstawiciela Zamawiającego materiałem uzyskanym na miejscu budowy lub w jego sąsiedztwie.

#### **2.2.6. Materiały do mocowania geosiatki**

##### **2.2.6.1. Kotwy stalowe**

Do mocowania geosiatki komórkowej stosuje się kotwy z odpadowej stali zbrojeniowej gładkiej lub żebrowanej. Wymiary i kształt kotew ustala dokumentacja projektowa. Zwykle kotwy wykonuje się z prętów o średnicy od 8 do 12mm, długości min. 500mm. plus wysokość ścianki komórki.

##### **2.2.6.2. Materiały montażowe do łączenia sąsiednich odcinków sekcji geosiatki komórkowej.**

Do łączenia, rozłożonych na budowie, sąsiednich odcinków sekcji stosuje się metalowe zszywki galwanizowane 12mm lub taśmy samozaciskowe (opaski zaciskowe).

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

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

#### **3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót**

Przy wykonywaniu robót Wykonawca w zależności od potrzeb, powinien wykazać się możliwością korzystania ze sprzętu dostosowanego do przyjętej metody robót, jak:

- sprzęt do wykonania koryta pod nawierzchnią, np. koparki, równiarki, spycharki itp.;
- układarki do układania geowłókniny o prostej konstrukcji, umożliwiające rozwijanie materiału ze szpuli, np. przez podwieszenie rolki do wysięgnika koparki, ciągnika, ładowarki itp.;
- ładowarki, równiarki lub układarki do rozkładania kruszywa;
- walce statyczne, ew. walce ogumione, wibracyjne;
- zagęszczarki płytowe, ubijaki ręczne i mechaniczne, małe walce wibracyjne
- inny drobny sprzęt pomocniczy, np. pneumatyczne zszywarki, noże do cięcia geosiatek.

Sprzęt powinien odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej, ST, instrukcjach producentów lub propozycji Wykonawcy i powinien być zaakceptowany przez Inżyniera/przedstawiciela Zamawiającego.

#### **4. TRANSPORT**

##### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

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

##### **4.2. Transport materiałów**

Materiały sypkie (kruszywa) można przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami i nadmiernym zawilgoceniem.

#### **5. WYKONANIE ROBÓT**

##### **5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-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 Technicznej oraz z informacji podanych w załącznikach.

Podstawowe czynności przy wykonywaniu robót obejmują:

- roboty przygotowawcze;
- sprawdzenie podłoża;
- ewentualne ułożenie geotkaniny;
- ułożenie geosiatki komórkowej i wypełnienie jej materiałem zasypowym;
- roboty wykończeniowe.

##### **5.3. Roboty przygotowawcze**

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

- ustalić lokalizację robót;
- usunąć przeszkody, np. humus, grunt nieprzydatny, drzewa, krzaki, obiekty, elementy dróg, ogrodzeń itd.;
- dokonać prac potrzebnych do udostępnienia terenu robót;
- sprawdzić czy warunki geotechniczne placu budowy odpowiadają warunkom zawartym w dokumentacji projektowej;
- zgromadzić wszystkie materiały potrzebne do rozpoczęcia budowy.

##### **5.4. Ułożenie geotkaniny**

Rozkładanie geotkaniny pełniącej funkcje wzmacniające oraz separacyjno-filtracyjne należy wykonać wg ST D-04.02.01a.

##### **5.5. Rozłożenie geosiatki komórkowej i wypełnienie jej kruszywem**

Sposób rozłożenia sekcji geosiatki komórkowej obejmuje:

- wytyczenie obszaru, na którym będą rozkładane sekcje geosiatki komórkowej;
- rozłożenie (rozciągnięcie) pierwszej sekcji geosiatki komórkowej do wymaganych rozmiarów i kształtu plastra miodu, stosując kotwy, pręty, kołki, ramy montażowe, wypełnienie skrajnych komórek sekcji materiałem zasypowym. Skrajne krawędzie sekcji należy zakotwić przez wbicie pionowych elementów mocujących geosiatkę lub zapewniając skrajne komórki kruszywem. Przy stosowaniu ramy montażowej, naciąga się na nią całą sekcję geosiatki, a następnie całość odwraca się i ustawia w wymaganej pozycji;
- rozłożenie sąsiedniej (kolejnej) sekcji geosiatki komórkowej z dopasowaniem krawędzi przyległych sekcji;
- wykonanie połączenia sąsiadujących sekcji za pomocą pneumatycznej zszywarki wbijającej metalowe zszywki lub inną metodą (np. za pomocą kotew, prętów w kształcie litery J, opasek itp.);
- rozpoczęcie wypełniania komórek materiałem zasypowym po wykonaniu połączenia wszystkich sąsiadujących sekcji geosiatek lub ich części;
- wypełnianie komórek geosiatki, przy:
- zastosowaniu najlepiej sprzętu mechanicznego jak: ładowarki, spycharki (rys. 6), równiarki itp.;
- zakazie zrzucania materiału zasypowego na rozłożoną sekcję geosiatki z wysokości większej niż 1m;
- wypełnianiu komórek geosiatki metodą „od czoła”, z tym że niedopuszczalny jest ruch maszyn po niewypełnionych sekcjach;
- zakończeniu zasypywania komórek geosiatek, gdy materiał zasypowy znajduje się ok. 5cm ponad górnymi krawędziami komórek (po zagęszczeniu nie powinny być widoczne na powierzchni komórki geosiatek);
- wyrównaniu materiału zasypowego do równej powierzchni, ręcznie lub mechanicznie (np. równiarką, spycharką);
- zagęszczeniu materiału zasypowego, walcem, ubijakiem lub wibracyjną zagęszczarką płytową do uzyskania wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od wymaganego w ST D-04.04.01 oraz ST D-04.04.02. Sprzęt cięższy można stosować w obszarze wewnątrz sekcji geosiatki, natomiast sprzęt lekki (np. zagęszczarkę płytową) zaleca się stosować do zagęszczenia materiału znajdującego się poza sekcją geosiatki;
- usunięcie nadmiaru materiału uzupełniającego do poziomu górnych krawędzi komórek.

#### **5.6. Wykonanie podbudowy.**

Warstwa podbudowy powinna odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej. W przypadku stosowania geotkaniny, odpowiadającej wymaganiom punktu 2.2.4, zaleca się układać ją w korycie pod nawierzchnią na podstawie planu, określającego wymiary pasm, kierunek postępu robót, kolejności układania pasm, szerokości zakładów, sposób łączenia itp. W celu uzyskania mniejszej szerokości rolki można ją przeciąć piłą, tak aby po przycięciu możliwe było połączenie sąsiednich pasm z zakładem. Geotkaniny można rozkładać bez fałd i wybrzuszeń ręcznie lub za pomocą układarki, umożliwiającej rozwijanie materiału ze szpuli podwieszanej np. do wysięgnika koparki. Pasma zaleca się układać prostopadle do osi, a jeśli pokrywana powierzchnia jest węższa niż dwie szerokości pasma, to pasma można układać wzdłuż osi, przy czym zakłady sąsiednich pasm powinny wynosić 0,2-0,3m. Po ułożeniu, pasma niezwłocznie mocuje się do podłoża kotwami z odpadowej stali zbrojeniowej średnicy 6-8mm, wykształconych w kształt litery „J” o długości > 250mm. Kotwy

powinny być rozmieszczone na krawędziach pasm i na zakładach w odstępach co około 2,0m, a na płaszczyźnie materiału: 1 szt. kotwy na około 8m<sup>2</sup> powierzchni. Tak przygotowana warstwa jest gotowa do szybkiego ułożenia geosiatki komórkowej.

Sekcje (odcinki) geosiatki komórkowej należy układać prostopadle do osi i wypełniać je według zasad podanych w punkcie 5.5. Materiał zasypowy powinien odpowiadać wymaganiom ustalonym w dokumentacji projektowej. Zagęszczanie materiału zasypowego wykonuje się jednocześnie dla geokomórek i nadsypki jeśli łączna ich grubość nie przekracza 25-30cm. Dla grubszej warstwy zaleca się osobno zagęszczać wypełnienie komórek i osobno warstwę nadsypki. Przy zagęszczaniu należy zwracać uwagę, aby nie uszkodzić geosiatki komórkowej. W przypadku, gdy dokumentacja projektowa przewiduje ułożenie dwóch lub większej liczby warstw geosiatek komórkowych, stanowiących łączną podbudowę, to następne warstwy siatek należy ułożyć jedna nad drugą z wypełnieniem zasypką i jej zagęszczeniem oraz wykonaniem nadsypki tylko nad najwyższą warstwą geosiatek komórkowych.

#### Wykonanie odcinka próbnego

W przypadku układania podbudowy z kruszywa z zastosowaniem geosiatek komórkowych należy wykonać odcinek próbny, co najmniej na 3 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny w celu:

- doboru sprzętu i technologii wykonania robót;
- określenia grubości warstw materiału w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu, jakie będą stosowane do wykonania robót właściwych. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić co najmniej 100m<sup>2</sup> dla każdego rodzaju robót. Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inżyniera/przedstawiciela Zamawiającego. Wykonawca może przystąpić do wykonywania robót po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inżyniera/przedstawiciela Zamawiającego.

### 5.7. Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe powinny być zgodne z dokumentacją projektową i ST. Do robót wykończeniowych należą prace związane z dostosowaniem wykonanych robót do istniejących warunków terenowych, takie jak:

- roboty porządkujące otoczenie terenu robót.

## 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” pkt 6.

## 7. OBMIAR ROBÓT

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

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

### 7.2. Jednostka obmiarowa



Jednostką obmiarową jest:

- m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) wykonanie podbudowy z zastosowaniem geosiatki komórkowej wys. 10cm.

Jednostki obmiarowe robót towarzyszących (np. przygotowania podłoża, ułożenia geotkaniny, wykonania naddatku materiału) są ustalone w odpowiednich ST.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

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

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera/przedstawiciela Zamawiającego.

### **8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu**

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- roboty przygotowanie podłoża;
- ułożenie geotkaniny;
- roboty odwodnieniowe;
- ułożenie i przymocowanie geosiatki komórkowej;
- zasypywanie geosiatki materiałem zasypowym;
- wykonanie naddatku materiału.

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami punktu 8.2 ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” 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” pkt 9.

### **9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1m<sup>2</sup> jednostki obmiarowej wg podpunktu 7.2. obejmuje:

- prace pomiarowe;
- roboty przygotowawcze;
- oznakowanie robót;
- sprawdzenie podłoża;
- dostarczenie materiałów i sprzętu;
- roboty odwodnieniowe;
- ułożenie geosiatek komórkowych z materiałem wypełniającym, zagęszczeniem i innymi robotami, według wymagań dokumentacji projektowej i Specyfikacji Technicznej;
- ewentualne zakłady materiału i straty wynikające z obciążenia;
- roboty wykończeniowe;
- odwiezienie sprzętu.

**9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących**

Cena wykonania robót określonych niniejszą ST obejmuje:

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

**10. PRZEPISY ZWIĄZANE****10.1. Specyfikacje techniczne (ST)**

1.	D-M-00.00.00	Wymagania ogólne
2.	D-02.01.01	Roboty ziemne. Wykonanie wykopów
3.	D-02.03.01	Roboty ziemne. Wykonanie nasypów
4.	D-04.01.01	Koryto wraz z profilowaniem i zagęszczaniem podłoża
5.	D-04.04.02	Podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie
6.	D-04.02.01a	Wzmocnienie podłoża gruntowego z zastosowaniem geosyntetyków

**10.2. Normy**

1.	PN-88/B-06250	Beton zwykły
2.	PN-B-11112:1996	Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.
3.	PN-B-11113:1996	Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek
4.	BN-70/8933-03	Podbudowa z chudego betonu
5.	PN-EN ISO 10319:2008	Geosyntetyki – Badania wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek

**10.3. Inne dokumenty**

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. nr 43. poz. 430).
2. Materiały informacyjne producentów geosiatek komórkowych.

## 11. ZAŁĄCZNIKI

### ZAŁĄCZNIK 1

#### 1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA

Geosiatka komórkowa wykonana jest z taśm z kompozytu polimerowego, obustronnie teksturowanych i stabilizowanych na działanie promieniowania UV o wysokości 150mm ( $\pm 5\%$ ). Oprócz tekstury taśmy posiadają również perforację. Poszczególne taśmy są połączone seriami głębokich ultradźwiękowych zgrzein.

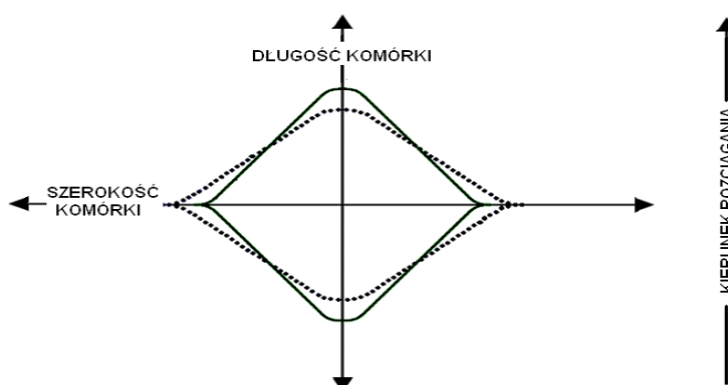
Rodzaj geosiatki komórkowej określa wielkość komórki, którą determinuje odległość między zgrzewami:

- małe komórki – 330 mm ( $\pm 2,5$  mm);

Geosiatka komórkowa jest produkowana w odcinkach, zwanych sekcjami. Produkowane są sekcje o różnych wymiarach.

Przygotowana do transportu i magazynowania sekcja stanowi zespół wzajemnie do siebie przylegających taśm. W pozycji rozłożonej sekcja przyjmuje postać faliście wygiętych taśm, złączonych grzbietami wyznaczających trójwymiarowe struktury komórkowe. Kształty oraz sposób określania wymiarów komórek i sekcji geosiatek przedstawiają rysunki 1 i 2.

Rysunek 1 - Pojedyncza komórka, określanie kształtu i wymiarów.



Rysunek 2 - Sekcja geosiatki komórkowej - określanie kształtu i wymiarów.



Geosiatka komórkowa nie zawiera substancji niebezpiecznych. Jej trwałość biochemiczna wynosi minimum 50 lat. Charakteryzuje się wysoką stabilnością wymiaru w trakcie termicznych cykli, odpornością na długoterminową deformację (pełzanie), Odpornością na promieniowanie UV.

## 2. PRZEZNACZENIE I ZAKRES STOSOWANIA

Współpraca geosiatki komórkowej z podłożem polega na przekazywaniu części sił pochodzących z pojazdów czy obiektów inżynierskich na podłoże, na którym są rozłożone sekcje geosiatki oraz na przejęciu części tych sił bezpośrednio na same geosiatki i „grunt” (tłuczeń, żwir, pospółka, piasek itp.) stanowiący wypełnienie owych geosiatek.

Prawidłowo zainstalowany system tworzy podbudowę pracującą jak półsztywna płyta, która rozkłada pionowe obciążenia na naprężenia boczne redukując przy tym osiadanie.

System komórkowy zastosowany na skarpach ma na celu utrzymanie i ustabilizowanie gruntu. Wnętrza komórek wypełnione są gruntem lub kruszywem (materiałem nieulegającym wypłukiwaniu). Dzięki temu wypełnienie jest w mniejszym stopniu narażone na erozję i chronione jest przed zsuwem. Perforacja w geosiatce pozwala na równomierne i szybsze rozprowadzenie wód powierzchniowych.

Zastosowanie geosiatki komórkowej ma za zadanie uzyskanie następujących efektów:

- redukcję grubości konstrukcji drogowych w porównaniu do rozwiązań konwencjonalnych dzięki eliminacji głębokiej wymiany gruntu;
- zwiększanie odporności materiałów wypełniających geosiatkę komórkową na ścinanie w wyniku ich zamknięcia i zagęszczenia wewnątrz komórek;
- zmniejszenie osiadania spowodowanego naturalnym zagęszczaniem oraz ograniczenie bocznych przesunięć kruszywa wypełniającego geosiatkę komórkową;
- zmniejszenie naprężeń przekazywanych na podłoże gruntowe od obciążenia użytkowego oddziałującego na nawierzchnię w wyniku rozkładania skoncentrowanych obciążeń na sąsiadujące komórki geosiatki komórkowej;
- umożliwienie filtracji wód deszczowych przez warstwy podbudowy przy zastosowaniu materiałów sypkich;

- stabilizację i zabezpieczenie erozyjne powierzchni skarp;
- wzmocnienie i stabilizację gruntów m. in. pod nasypy drogowe i boiska sportowe.
- uniemożliwienie przemieszczania się kruszywa na boki i tworzenie się kolein

Geosiatkę komórkową należy instalować według instrukcji Producenta wyrobu.

Przeznaczenie:

- wzmacnianie słabego podłoża pod wszystkimi drogami kołowymi (drogi gruntowe, technologiczne, dojazdowe) wraz z towarzyszącymi im parkingami i placami składowym, niezależnie od klasy i kategorii natężenia ruchu;
- zbrojenie ziemnych murów oporowych i skarp stromych;
- wzmocnienia skarp i nasypów;
- zabezpieczenie przeciwozyjne skarp nasypów drogowych, wałów powodziowych, przyczółków mostowych;
- pobocza drogowe;

wzmacnianie podtorza dróg kolejowych;

### **3. MATERIAŁY**

#### **OPIS FIZYCZNY**

- Materiał - kompozyt polimerowy nano-stop
- Współczynnik tarcia wewnętrznego gleby w stosunku do komórki: min. 0,95 (ASTM D5321)
- Powierzchnia ściany Komórki - Tekstura (wgniecenia na całej powierzchni taśmy)
- Wysokość komórki – **150 mm**
- Odległość między zgrzewami – 330 mm
- Kontrola jakości materiału: każda sekcja oznaczona i weryfikowana.

#### **Stabilność wymiarowa**

- Współczynnik rozszerzalności cieplnej (CTE):  $\leq 135 \text{ ppm} / 1^\circ \text{C}$  (ISO 1135902 (TMA) ASTM E831)

#### **Właściwości Spoiny**

- Wytrzymałość zgrzewu na rozdieranie : min.16 kN/m (wartość minimalna) (ISO-13426-1 Część 1 Metoda C)

#### **Rozciąganie**

- Wytrzymałość na granicy plastyczności (Szeroka próbka - bez otworów): min. 23 kN / m (ISO 10319)
- Wytrzymałość na granicy plastyczności (Szeroka próbka - perforowana): min. 19 kN / m (ISO 10319)

**Fotochemicznych i odporność na utlenianie**

- Odporność na promieniowanie UV  $\geq 1600$  minut (HPOIT @ 150 ° C) (ASTM D-5885 testing per GRI GM 13)

**DŁUGOTERMINOWE odkształcenia plastycznego (ASTM D-6992 - SIM)**

Zmierzona deformacja przy obciążeniu 6,1 kN / m:

• Etap 1 w temp. 44 ° C:	$\leq 3\%$
• Etap 2 w temp. 51 ° C:	
• Etap 3 w temp. 58 ° C:	
• Etap 4 w temp. 65 ° C: (do 75 lat )	

**Wytrzymałość zmęczeniowa (ISO 6721-1, ASTM E2254 - DMA)**

Dynamiczna Analiza Mechaniczna sprężystości w temperaturze przechowywania próbek:

- +30 ° C > 750 MPa
- +45 ° C > 650 MPa
- +60 ° C > 450 MPa

Temperatura kruszenia:  $\leq$  Minus 70 ° C

**Nominalne wymiary sekcji geosiatki komórkowej.**

- Wysokość ściany geosiatki komórkowej (głębokość): 150 mm ( $\pm 5\%$ )
- Odległości spoin geosiatki komórkowej (szywy): 330 mm ( $\pm 2,5\%$ )

**Równoważność**

Każdy materiał traktowany jako zamiennik w stosunku do wyżej wymienionych parametrów, musi spełnić lub przekroczyć wszystkie wymagania w specyfikacji bez wyjątku. Każdy producent lub oferent geosiatki komórkowej zobligowany jest przedstawić Inżynierowi próbki oraz wyniki badań świadczące o równoważności proponowanego materiału. Badania materiału należy przeprowadzić w niezależnym laboratorium.

Materiał do wykonania robót powinien być zgodny z ustaleniami dokumentacji projektowej lub SST, posiadać certyfikat CE. Oferent lub dostawca komórkowego systemu ograniczającego zobowiązany jest do przedłożenia badań potwierdzających parametry techniczne. Raport z badań sporządzony przez akredytowane jednostki badawcze posiadające uprawnienia do badań według poniższych norm datowany maksymalnie 24 miesiące wstecz oraz zawierać musi następujące wyniki badań według norm:

- Współczynnik rozszerzalności cieplnej (ISO 1135902 (TMA) ASTM E831)
- Wytrzymałość zgrzewu na rozdzielanie : (ISO-13426-1 Część 1 Metoda C)
- Wytrzymałość na granicy plastyczności (Szeroka próbka - bez otworów): kN / m (ISO 10319)

- Wytrzymałość na granicy plastyczności (Szeroka próbka - perforowana): kN / m (ISO 10319)
- Odporność na promieniowanie UV (HPOIT @ 150 ° C) (ASTM D-5885 testing per GRI GM 13)

DŁUGOTERMINOWE odkształcenia plastycznego (ASTM D-6992 - SIM) Zmierzone przy obciążeniu 6,1 kN/m

Dynamiczna analiza mechaniczna (DMA) (ISO 6721-1, ASTM E2254 - DMA)

Temperatura kruszenia:

#### 4. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

Geosiatki komórkowe można przewozić dowolnymi środkami transportu, po zabezpieczeniu ich przed uszkodzeniem. Sekcje geosiatki komórkowej są transportowane, dostarczane i przechowywane w stanie złożonym.

Przechowywanie geosiatki w warunkach bezpośredniego działania światła nie powinno trwać dłużej niż dwa miesiące.

## ZAŁĄCZNIK 2

### RYSUNKI

Rys. 1. Geosiatka komórkowa w stanie złożonym, stosowanym przy transporcie i składowaniu

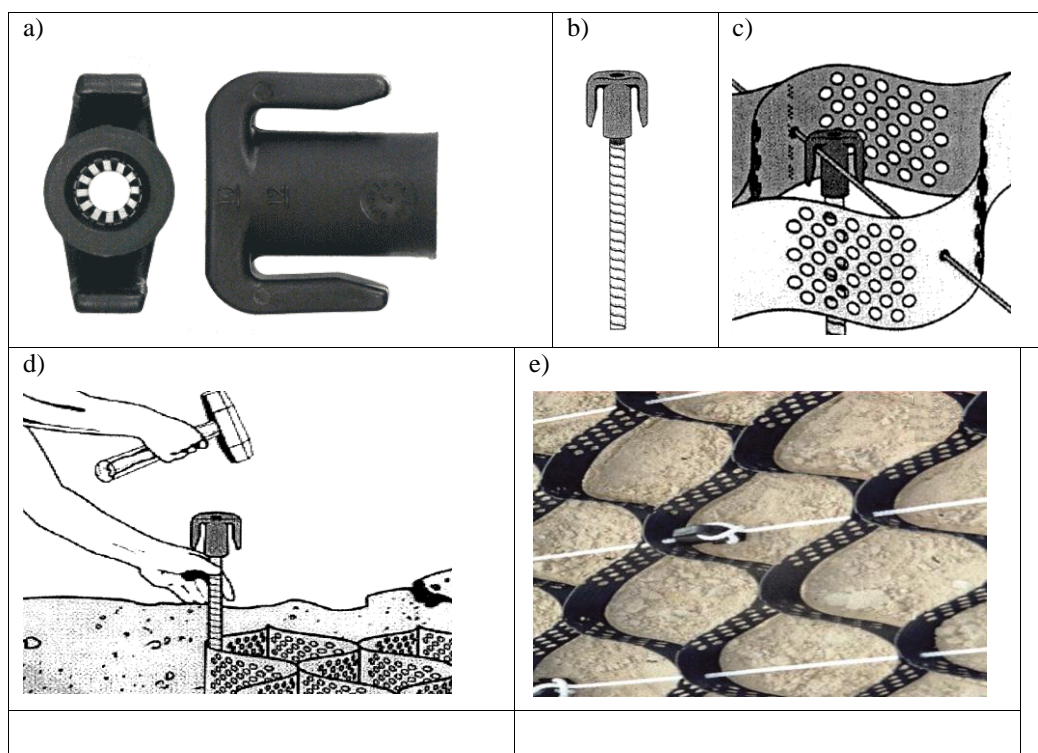


Rys. 2. Materiały stosowane przy wykonywaniu konstrukcji z zastosowaniem geosiatek komórkowych (kotwy, pręty mocujące, linki wzmacniające, zaciski mocujące)

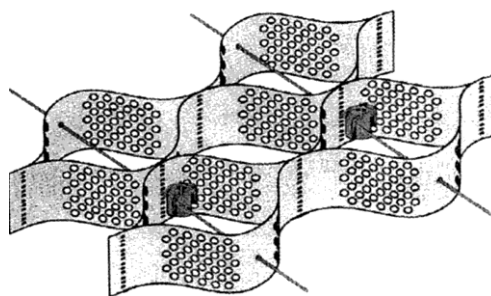


Rys. 3. Kotwa i jej zastosowanie

- a) Zacisk kotwy, b) Kotwa wykonana z zacisku i pręta, c) Linka wzmacniająca przymocowana do podłoża za pomocą kotwy, d) Wbijanie kotwy w grunt w celu umocowania w nim geosiatki komórkowej, e) Ustabilizowanie systemu komórkowego na powierzchni skarpy przez umocowanie zacisku kotwy w ciągu linki



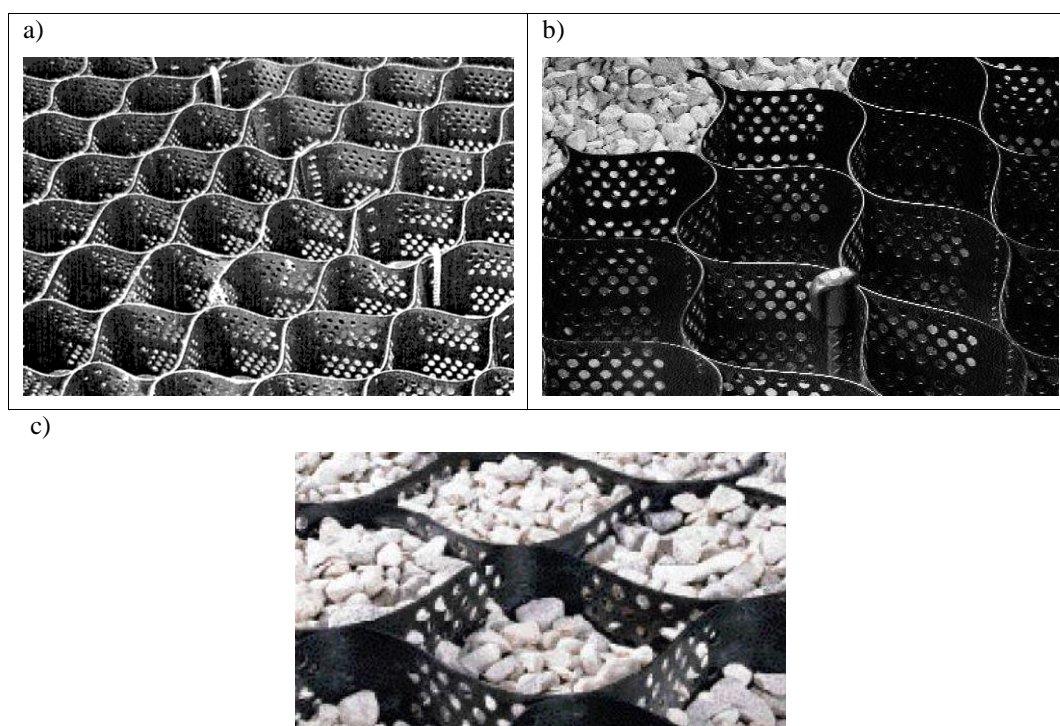
Rys. 4. Linki poliestrowe wzmacniające konstrukcję geosiatki komórkowej





Rys. 5. Ułożona i wypełniona geosiatka komórkowa

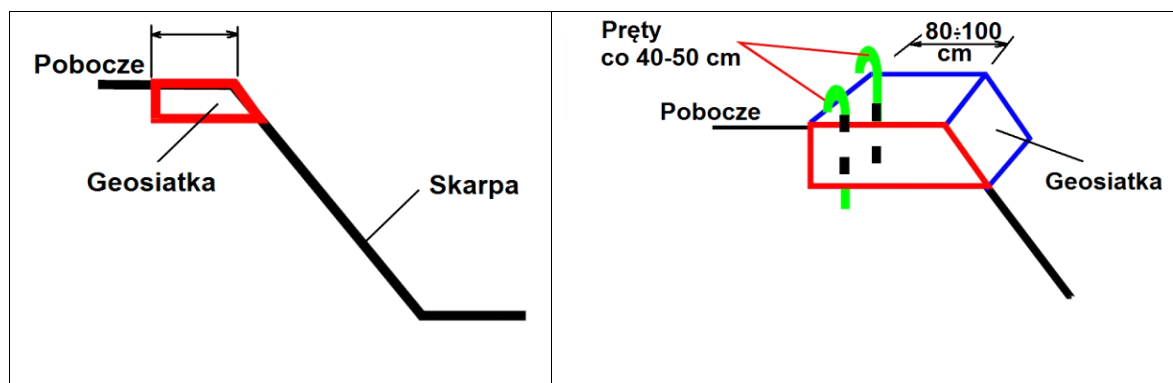
- a) Geosiatka po ułożeniu,  
b) Geosiatka przymocowana do podłoża kotwami i częściowo zasypana,  
c) Geosiatka całkowicie zasypana kruszywem



Rys. 9. Zakotwienie górnej części geosiatki komórkowej na poboczu drogi przy umocnieniu skarpy nasypu  
Schemat skarpy nasypu z miejscem zakotwienia geosiatki na poboczu drogi

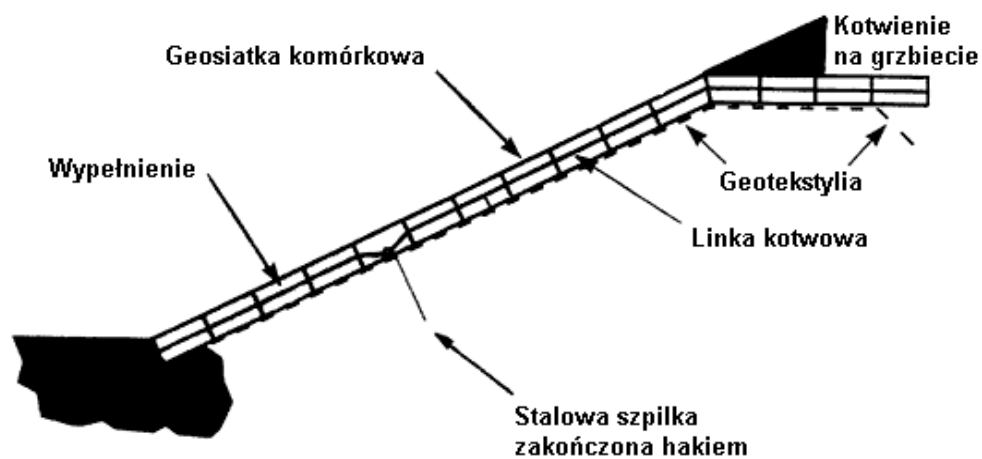
Górna część geosiatki komórkowej jest ułożona na szerokości 80÷100 cm pobocza drogi z przymocowaniem prętami stalowymi w kształcie litery J

a)	b)
----	----



Rys. 10. Umocnienie skarpy geosiatką komórkową

a) Umocnienie skarpy z geosiatką wypełnioną kruszywem



b) Umocnienie skarpy z geosiatką komórkową z zazielenieniem

