

## LEKKIE NASYPY I WYPEŁNIENIA Z KERAMZYTU

### 1. WSTĘP

---

#### 1.1. Przedmiot Specyfikacji

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wypełnień z zastosowaniem KERAMZYTU 8/10-20 geotechnicznego.

#### 1.2. Zakres stosowania Specyfikacji

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

#### 1.3. Zakres robót objętych Specyfikacją

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą zasad robót związanych z wykonywaniem lekkich wypełnień pustych przestrzeni z keramzytu.

#### 1.4. Podstawowe określenia

Poniżej podano podstawowe określenia na potrzeby tej Specyfikacji.

- 1.4.1. Nasyp drogowy - budowla ziemna wykonana powyżej powierzchni terenu w obrębie pasa drogowego, zbudowana z odpowiednich materiałów.
- 1.4.2. Budowla ziemna - budowla wykonana w gruncie lub z materiałów, spełniająca warunek stateczności i odwodnienia.
- 1.4.3. Wysokość nasypu - różnica rzędnej terenu i rzędnej robót ziemnych, wyznaczona w osi nasypu.
- 1.4.4. Materiał - wszelkie tworzywa niezbędne do wykonania robót posiadające świadectwo lub certyfikat zgodności z polską normą PN lub Aprobata techniczną oraz, jeżeli jest to konieczne, z Dokumentacją Projektową i Specyfikacjami Technicznymi na zasadzie jednostkowej certyfikacji, zaakceptowanymi przez Inżyniera.
- 1.4.5. Grunt - materiały stanowiące podłoża rodzime nasypu.
- 1.4.6. Kruszywo - ziarnisty materiał stosowany w budownictwie.
- 1.4.7. Kruszywo lekkie - kruszywo pochodzenia mineralnego o gęstości ziaren nie większej niż  $2000 \text{ kg/m}^3$  ( $2,0 \text{ Mg/m}^3$ ) lub o gęstości nasypowej w stanie luźnym nie większej niż  $1200 \text{ kg/m}^3$  ( $1,2 \text{ Mg/m}^3$ ).
- 1.4.8. Keramzyt - lekkie kruszywo wypalane z glin ilastych, pęczniejących.
- 1.4.9. KERAMZYT geotechniczny 8/10-20 - keramzyt dopuszczony do stosowania w budownictwie, w tym również w drogownictwie, na podstawie norm i aprobat.
- 1.4.10. Geosyntetyki - szereg produktów polimerowych stosowanych w inżynierii budowlanej przy wzmacnianiu podłoży gruntowych.
- 1.4.11. Geotkaniny - płaskie geosyntetyki wytwarzane w procesie tkania z pasm lub wiązek polipropylenowych, poliestrowych lub polietylenowych. Charakteryzują się wysokimi wytrzymałościami.
- 1.4.12. Geosiatki - rodzaj płaskich geosyntetyków, o prostopadłym układzie pasm tworzących oczka, umożliwiających współpracę siatki z gruboziarnistym kruszywem kamiennym na zasadzie „zazębiania”.
- 1.4.13. Nasyp lekki – nasyp częściowo wypełniony materiałem o gęstości mniejszej od gęstości gruntu.

## 2. MATERIAŁY

---

### 2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Warunki ogólne stosowania materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w Specyfikacji ogólnej.

### 2.2. Podstawowe materiały do realizacji zadania

#### 2.2.1. Kruszywo lekkie - keramzyt:

- ziarnistość: 8 - 20 mm,
- kształt: okrągły,
- wytrzymałość na miażdżenie: > 0,75 MPa,
- kąt tarcia wewnętrznego: 35-45°,
- nasiąkliwość: do 35%,
- gęstość nasypowa: 272- 368 kg/m<sup>3</sup> (średnio 320 kg/m<sup>3</sup>),
- gęstość kruszywa zagęszczonego w stanie wilgotnym: 404 - 547 kg/m<sup>3</sup> (średnio 475 kg/m<sup>3</sup>),
- mrozoodporność wg zmodyfikowanej metody bezpośredniej: 0,4 %.

#### 2.2.2. Geosyntetyki

W lekkich nasypach należy stosować geosyntetyki określone w dokumentacji projektowej, np.:

- geotkaniny (wytwarzane przez przeplatanie przędzy, włókien, filamentów, taśm) i geowłókniny (warstwa runa lub włóknin połączonych siłami tarcia lub kohezji albo adhezji), geosiatki, kompozyty,

które według posiadanej aprobaty technicznej można stosować w gruntach.

Przy stosowaniu 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 zapewniać 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 opakowych 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.

## 3. SPRZĘT

---

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w Specyfikacji ogólnej.

### **3.2. Sprzęt do układania i zagęszczania keramzytu**

Sprzęt używany do układania i zagęszczania keramzytu powinien uzyskać akceptację Zamawiającego. Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na właściwości keramzytu, zarówno podczas transportu, wbudowania i zagęszczania.

Do układania kruszywa wskazane jest wykorzystanie ładowarek „na dużych kołach”, można również stosować pompy podające kruszywo w miejsce wbudowania.

Do zagęszczania keramzytu należy używać pojazdów gąsienicowych o szerokich gąsienicach i krótkich płytkach poprzecznych, o maksymalnym nacisku  $\leq 50 \text{ kN/m}^2$ .

W przypadku mniejszych robót oraz przy obiektach mostowych i inżynierskich niedostępnych dla wielkogabarytowego sprzętu, keramzyt należy zagęszczać przy użyciu płyt wibracyjnych.

Dopuszcza się każdy inny rodzaj sprzętu zagęszczającego zaproponowany przez Wykonawcę i zaakceptowany przez Zamawiającego.

## **4. TRANSPORT**

---

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

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w Specyfikacji ogólnej.

### **4.2. Transport i składowanie keramzytu**

Keramzyt, jako kruszywo lekkie jest dostarczany przez producenta samochodami samowyladowczymi, które mogą jednorazowo dostarczyć średnio  $60\text{-}75 \text{ m}^3$ , ale może być dostarczone również dowolnymi środkami transportu.

Ilość pojazdów dostarczających keramzyt powinna być dostosowana do wydajności sprzętu zagęszczającego, harmonogramu i zakresu robót.

Miejsce składowania kruszywa powinno być wydzielone i zabezpieczone przed spływem kruszywa wraz z wodami opadowymi. Nie należy składować keramzytu na pochyłym terenie bez dodatkowego zabezpieczenia (ściana oporowa). Podłoże pod miejscem składowania musi być wyrównane i zabezpieczone przed możliwością mieszania się kruszywa z gruntem i zanieczyszczeniami.

Na placu budowy należy zapewnić utwardzony dojazd samochodom ciężarowym - ciągnikom siodłowym z naczepami o poj.  $70 \text{ m}^3$  i łącznym ciężarze do 40 t.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

---

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

Ogólne zasady wykonania robót podano w Specyfikacji ogólnej.

### **5.2. Kontrolne badania geotechniczne**

Przed przystąpieniem do robót konieczne jest wykonanie badań kontrolnych (odwiertów i sondowań), które umożliwią uszczegółowienia zasięgu zaprojektowanego wzmocnienia podłoża. Głębokość badań kontrolnych należy tak dobrać, aby zagłębiały się one minimum 3 m w

warstwę gruntów nośnych podścielających grunty słabonośne podlegające wzmocnieniu. Zakres oraz lokalizację badań uzupełniających należy uzgodnić z Zamawiającym.

### **5.3. Projekt technologiczny**

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca przedstawi Zamawiającemu do akceptacji projekt technologii i organizacji (projekt technologiczny) oraz harmonogram robót uwzględniający wszystkie uwarunkowania, w jakich będą wykonywane roboty związane ze wzmocnieniem podłoża (m.in. sytuacyjne, geologiczne i wodne, szczególne), występujące na terenie robót. Należy także uwzględnić wpływ kolejności i sposobu wzmocnienia gruntu oraz terminy i kolejność wykonywania innych robót na obszarach projektowanego wzmocnienia lub do nich przyległych, na spełnienie wymagań dotyczących prawidłowego postępu całości robót na odcinkach przewidywanego wzmocnienia. W szczególności należy skoordynować roboty związane z projektowanymi przepustami i przejściami ekologicznymi, podporami obiektów inżynierskich, istniejącym i projektowanym uzbrojeniem nad- i podziemnym, innymi rodzajami wzmocnień podłoża itp.

Projekt Technologiczny wzmocnienia powinien zawierać w szczególności:

- szczegółowy plan z zaznaczeniem odcinków wzmocnienia,
- lokalizację wykonanych badań geotechnicznych,
- lokalizację projektowanych oraz istniejących (pozostawionych) instalacji podziemnych w obszarze robót,
- szczegóły wzmocnienia w rejonie istniejących oraz projektowanych instalacji podziemnych,
- opis technologii i charakterystykę sprzętu do wykonania wzmocnienia,
- specyfikację materiału oraz sposób wykonania i warunki kontroli robót.

### **5.4. Przygotowanie terenu robót**

Roboty przygotowawcze dotyczą ustalenia zakresu wymaganej wymiany gruntu oraz wytyczenia tych robót w terenie.

W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania niezainwentaryzowanych instalacji podziemnych lub niewypałów należy przeprowadzić odpowiednie badania geofizyczne podłoża i wykonać odkrywki instalacji.

Wykonawca przystąpi do wykonywania wzmocnienia gruntu na danym obszarze po zakończeniu robót przygotowawczych (pomiarowych, zdjęciu humusu, wycince drzew, rozbiórkach, usunięciu innych przeszkód, wykonaniu dodatkowych badań geotechnicznych itp.), wytyczeniu zakresu wzmocnienia i wyrażeniu zgody przez Zamawiającego.

### **5.5. Roboty ziemne**

Roboty ziemne związane z wykonaniem wykopów i nasypów należy wykonywać zgodnie z wymaganiami zawartymi w Specyfikacji Technicznej dla danego rodzaju robót.

Wykopy należy odpowiednio odwadniać, tak aby nie naruszyć struktury gruntu w ich podstawie i na skarpach.

### **5.6. Układanie geotkaniny i innych geosyntetyków**

Geotkaniny należy układać w wykopach stosując odpowiednie zakłady. Należy stosować zakłady określone przez producenta geosyntetyku z tym, że minimalny zakład nie powinien być mniejszy niż 1,0 m. Należy pozostawić odpowiednie odcinki geotkanin na zewnątrz tak, aby umożliwić owinięcie górnej części wbudowanego kruszywa. Szczególną uwagę należy zwrócić na dokładność owinięcia keramzytu tak, aby w warstwę lekkiego kruszywa nie wnikał grunt.

Aby zapobiec przemieszczaniu np. przez wiatr, pasma geotkaniny należy chwilowo obciążyć (np. pryzmami gruntu, szpilkami itp.). Należy zwrócić uwagę na ułożenie geotkaniny bez fałd, sfalowań, zagięć. Jej powierzchnia powinna być lekko napięta.

Niedopuszczalny jest ruch pojazdów gąsienicowych, walców okołkowanych i innych ciężkich maszyn bezpośrednio po ułożonej geotkaninie. Wymagana jest warstwa zasypki co najmniej 30 cm.

### **5.7. Wbudowanie lekkiego kruszywa**

Wbudowywanie keramzytu powinno odbywać się odcinkami, skorelowanymi z wykonywanymi wykopami i układaniem geotkaniny.

Wbudowywanie i zagęszczenie keramzytu nie może być prowadzone w niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. intensywne opady śniegu).

Keramzyt należy układać warstwami 0,5 - 0,7 m (maks. 1,0 m) i zagęszczać pojazdami gąsienicowymi o szerokich gąsienicach i krótkich płytkach poprzecznych. Nacisk sprzętu powinien nie przekraczać 50 kN/m<sup>2</sup>. Sprzęt gąsienicowy (np. koparka do skarpowania) powinien w każdym miejscu przejechać 4 - 6 razy. Koparka dojeżdżając do skraju powierzchni zagęszczanej nie może zawracać, tylko powinna cofać się z przesunięciem od pół do szerokości gąsienicy. Jedynie w miejscach trudno dostępnych należy stosować lekkie płyty wibracyjne. Prawdłowo zagęszczona warstwa keramzytu powinna zmniejszyć swoją objętość o 10%, a moduł E2 powinien osiągnąć wartość 35 MPa. Znaczne przekroczenie tej wartości powoduje niszczenie ziaren i niekorzystne zwiększenie ciężaru objętościowego. Uzyskanie wymaganego modułu powinno być sprawdzane na każdej wykonanej warstwie.

Należy zwrócić uwagę na to, aby nie zanieczyścić keramzytu gruntem, ponieważ zwiększy się jego ciężaru objętościowego i zmniejszy skuteczności odciążenia podłoża słabonośnego.

Przed przystąpieniem do robót na większym odcinku zaleca się wykonanie poletek próbnych, które potwierdzą uzyskiwanie wymaganych parametrów wzmocnionego podłoża gruntowego. Przy wysypywaniu keramzytu może powstawać niewielkie zapylenie. Zalecane jest stosowanie środków ochronnych na oczy i drogi oddechowe.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

---

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w Specyfikacji Ogólnej.

### **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,
- przeprowadzić badania kontrolne materiałów geosyntetycznych.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Zamawiającemu 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

L.p.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Częstotliwość badań	Wartości dopuszczalne
1	Roboty przygotowawcze	Kontrola bieżąca	Wg dokumentacji projektowej
2	Zgodność z dokumentacją projektową	J. w.	Wg dokumentacji projektowej
3	Moduł odkształcenia na warstwie keramzytu badany płytą sztywną o średnicy 300 mm według procedury opisanej w normie PN-S-02205:1998	Badanie w trzech punktach na powierzchni mniejszej niż 1000 m <sup>2</sup> , przy większej powierzchni w trzech punktach na każde 1000 m <sup>2</sup>	Wymagane kryterium $35 \leq E_2 \leq 45$ MPa. W przypadku wartości modułu $E_2$ mniejszej niż 20 MPa zalecany kontakt z Projektantem w celu ustalenia dalszych działań dla uzyskania docelowych parametrów na górnej warstwie kruszywa
4	Prawidłowość ułożenia geotkaniny, przyleganie do gruntu, wymiary, wielkość zakładu itp.	J. w.	Wg dokumentacji projektowej, punktu 5.3. oraz wymagań producenta
5	Badania parametrów zastosowanych geosyntetyków	Minimum 3 losowo wybrane próbki dla każdej partii materiałów dostarczonych na budowę	Wg dokumentacji projektowej

Badanie modułów odkształcenia podłoża należy wykonać na górnej powierzchni wzmocnienia (warstwy kruszywa zbrojonego geosiatkami ułożonego na keramzycie). Badanie należy wykonywać poprzez statyczne obciążenie płytą sztywną o średnicy 300 mm, zgodnie z normą PN-S-02205.

Zaleca się, aby przed wykonaniem wzmocnienia wykonać poletka próbne, w celu określenia, czy przyjęte rozwiązanie zapewnia uzyskanie wymaganych parametrów podłoża. W przypadku trudności z uzyskaniem wymaganych parametrów na tak przygotowanym podłożu można zwiększać grubość warstwy kruszywa.

Dopuszczalne odchyłki dla zakładów - nie dopuszcza się mniejszych zakładów niż określone w ST, nie określa się górnej granicy zakładu geosiatki.

Pomiary cech geometrycznych po wykonaniu wzmocnienia należy wykonać na całej długości robót, w każdym przekroju projektowym (w każdym charakterystycznym punkcie określonym w dokumentacji).

#### **6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami**

Wszystkie materiały niespełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach specyfikacji, zostaną odrzucone. Jeśli materiały niespełniające wymagań zostaną wbudowane lub zastosowane to, Wykonawca wymieni je na właściwe na własny koszt.

Wszystkie roboty, które wykazują większe odchylenia cech od określonych w punktach 5. i 6. specyfikacji powinny być ponownie wykonane przez Wykonawcę na jego koszt.

Na pisemne wystąpienie Wykonawcy, Zamawiający może uznać wadę za niemającą zasadniczego wpływu na cechy eksploatacyjne drogi i ustali zakres i wielkość potrąceń za obniżoną jakość.

### **7. ODBIÓR ROBÓT**

---

#### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w Specyfikacji ogólnej.

#### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiaru jest:

- metr kwadratowy ( $m^2$ ) ułożonego geosyntetyku,
- metr sześcienny ( $m^3$ ) wbudowanego kruszywa lekkiego.

### **8. ODBIÓR ROBÓT**

---

#### **8.1. Zasady ogólne**

Ogólne zasady odbioru robót podano w Specyfikacji Ogólnej.

#### **8.2. Zgodność robót z projektem i specyfikacją**

Roboty powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, Specyfikacją Techniczną oraz pisemnymi decyzjami Zamawiającego zgodnymi z Warunkami Kontraktu. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Zamawiającego, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

#### **8.3. Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu**

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- przygotowanie podłoża,
- ułożenie geotkaniny w dnie wykopu i wokół skarp,
- wbudowanie lekkiego kruszywa,
- przykrycie lekkiego kruszywa geotkaniną.

Gotowość danej części robót do odbioru zgłasza Wykonawca Zamawiającemu. Odbiór będzie przeprowadzony niezwłocznie.

Jakość i ilość robót ulegających zakryciu ocenia Zamawiający na podstawie dokumentów zawierających komplet wyników badań laboratoryjnych i w oparciu o przeprowadzone pomiary.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

---

### 9.1. Zasady ogólne

Zasady dotyczące płatności zawarto w Specyfikacji Ogólnej i Umowie na realizację robót.

### 9.2. Cena jednostkowa obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze
- oznakowanie robót
- zakup i dostarczenie materiałów
- dostarczenie sprzętu
- przygotowanie podłoża z ułożeniem geosyntetyku i podsypki
- wbudowanie keramzytu
- wykonanie nasypu ziemnego
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych w niniejszej ST
- odwiezienie sprzętu
- uporządkowanie terenu po zakończeniu robót

## 10. NORMY I DOKUMENTY ZWIĄZANE

---

### 10.1. Normy

- [1] - PN-B-02481 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole, symbole literowe i jednostki miar.
- [2] - PN-B-02480 Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów.
- [3] - PN-B-04452 Grunty budowlane. Badania polowe.
- [4] - PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [5] - PN-B-06050 Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonywania i badania przy odbiorze.
- [6] - PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [7] - PN-EN 14475 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Grunt zbrojony.
- [8] - PN-EN 13249 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg i innych powierzchni obciążonych ruchem (z wyłączeniem dróg kolejowych i nawierzchni asfaltowych).
- [9] - PN-EN ISO 10318 Geosyntetyki. Terminy i definicje.
- [10] - PN-EN 13055-1 Kruszywa lekkie. Część 1: Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i rzadkiej zaprawy.
- [11] - PN-EN 13055-2 Kruszywa lekkie. Część 2: Kruszywa lekkie do mieszanek bitumicznych niezwiązanych i związanych hydraulicznie oraz powierzchniowych utrwaleń.

### 10.2. Inne dokumenty

- [12] - Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. IBDiM Warszawa 2002.
- [13] - Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. GDDP 1997.
- [14] - Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/2006-03-1057/1 KERAMZYT geo 8/10-20 okragły wykonana dla Saint Gobain Construction Products Polska sp. z o.o. ul Okrężna 16 44-100 Gliwice Weber Zakład Produkcyjny w Gniewie, ul. Krasickiego 9, 83-140 Gniew.

*Niewymienienie tytułu jakiegokolwiek dziedziny, grupy, podgrupy czy normy nie zwalnia Wykonawcy od obowiązku stosowania wymogów określonych prawem polskim.*