

**D - 02.03.01****WYKONANIE NASYPÓW****1. WSTĘP****1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru nasypów, dla dróg które zostaną wykonane w ramach projektu budowlanego - Projekt budowlany branży drogowej – budowa budynku sali gimnastycznej w Szkole Podstawowej im. Marii Konopnickiej w Nowej Wsi – gmina Grudziądz.

**1.2. Zakres stosowania ST**

Specyfikacja techniczna (ST) stosowana jest jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w p. 1.1.

**1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót ziemnych w czasie budowy układu drogowego oraz ciągów pieszych i rowerowych i obejmują wykonanie nasypów:

- z gruntu z dokopu wraz z transportem gruntu,

**1.4. Określenia podstawowe**

Podstawowe określenia zostały podane w ST D-M-00.00.00 pkt 1.4.

- 1.4.1. **Budowla ziemna** – budowla wykonana w gruncie lub z gruntu albo rozdrobnionych odpadów przemysłowych, spełniająca warunki stateczności i odwodnienia oraz przyjmująca obciążenia od środków transportowych i urządzeń na korpusie drogowym.
- 1.4.2. **Wysokość nasypu** – różnica rzędnej terenu i rzędnej robót ziemnych, wyznaczonych w osi nasypu lub wykopu.
- 1.4.3. **Nasyp niski** - nasyp, którego wysokość jest mniejsza niż 1 m.
- 1.4.4. **Nasyp średni** - nasyp, którego wysokość jest zawarta w granicach od 1 do 3 m.
- 1.4.5. **Nasyp wysoki** - nasyp, którego wysokość przekracza 3 m.
- 1.4.6. **Odkład** – miejsce wbudowania lub składowania (odwiezienia) gruntów pozyskanych w czasie wykonywania wykopów, a niewykorzystanych do budowy nasypów oraz innych prac związanych z trasą drogową.
- 1.4.7. **Podłoże nawierzchni** – grunt rodzimy lub nasypowy leżący bezpośrednio pod konstrukcją nawierzchni do głębokości przemarzania, nie mniej jednak niż do głębokości 1 m od zaprojektowanej powierzchni robót ziemnych.
- 1.4.8. **Podłoże budowli ziemnej (nasypu i wykopu)** – strefa gruntu rodzimego poniżej spodu budowli, w której właściwości gruntu mają wpływ na projektowanie, wykonanie i eksploatację budowli.
- 1.4.9. **Skarpa** – zewnętrzna boczna powierzchnia nasypu lub wykopu o kształcie i nachyleniu dostosowanym do właściwości gruntu i lokalnych uwarunkowań.
- 1.4.10. **Wskaźnik zagęszczenia gruntu** – wielkość charakteryzująca grunt, określona wg wzoru:

$$I_s = p_d / p_{ds}$$

w którym:

$p_d$  - gęstość objętościowa szkieletu zagęszczonego gruntu ( $Mg/m^3$ ),

$p_{ds}$  - maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego przy wilgotności optymalnej, określona w normalnej próbie Proctora, zgodnie z PN-B-04481, służąca do oceny zagęszczenia gruntu w robotach ziemnych, ( $Mg/m^3$ ).

- 1.4.11. **Wskaźnik różnoziarnistości** – wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów niespoistych, określona wg wzoru:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

w którym:

$d_{60}$  - średnica oczek sita, przez które przechodzi 60% gruntu (mm),

$d_{10}$  - średnica oczek sita, przez które przechodzi 10% gruntu (mm).

**1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00 pkt 1.5.

## 2. MATERIAŁY (GRUNTY)

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-M-00.00.00 pkt 2.

Grunty i materiały nieprzydatne do budowy nasypów powinny być wywiezione przez Wykonawcę na odkład. Inżynier może nakazać pozostawienie na placu budowy gruntów, których czasowa nieprzydatność wynika jedynie z powodu zamarznięcia lub nadmiernej wilgotności.

Zawartość siarczanów wyrażonych jako  $SO_3$  nie powinna przekraczać 1% wg PN-ISO 11048 w warstwach gruntów i innych materiałów wbudowanych lub naturalnie zalegających na głębokości 0,5m od spodu warstw wykonanych z zastosowaniem spoiwa cementowego.

Od warunku tego można odstąpić, o ile zostaną przeprowadzone czynności zaaprobowane przez Inżyniera, mające na celu odpowiednie zabezpieczenie warstw z zastosowaniem cementu.

Przydatność gruntów i materiałów do budowy nasypów została określona w ST D-02.01.01 w tabeli 1.

Dopuszcza się wznoszenie nasypów wyłącznie z gruntów i materiałów przydatnych do tego celu tzn. takich, które spełniają szczegółowe wymagania określone w specyfikacji i są zaakceptowane przez Inżyniera.

Akceptacja następuje na bieżąco w czasie trwania robót ziemnych na podstawie przedkładanych przez Wykonawcę wyników badań laboratoryjnych.

Jeżeli Wykonawca wbuduje w nasyp grunty lub materiały nieprzydatne, albo nie uwzględni zastrzeżeń dotyczących materiałów o ograniczonej przydatności, to wszelkie takie części nasypów zostaną przez Wykonawcę usunięte i wykonane повторно z materiałów o odpowiednich właściwościach (koszt robót ponosi Wykonawca). Wartość wskaźnika różnoziarnistości  $U$  gruntów użytych do budowy nasypów nie powinna być mniejsza niż 3.0. Grunty o wskaźniku  $2.5 < U < 3$  można stosować pod warunkiem wykazania możliwości uzyskania wymaganego wskaźnika  $I_s$ . Metodę doprowadzenia gruntów o wskaźniku  $2.5 < U < 3$  do wymaganego wskaźnika zagęszczenia opracuje Wykonawca i przedstawi Inżynierowi do akceptacji wraz z wynikami odpowiednich badań. W przypadku zastosowania gruntów o wskaźniku  $2.5 < U < 3$  należy wykonać dodatkowe przeciwerozryjne wzmocnienie skarp (w miejscach występowania humusowania) oraz obliczeniowo sprawdzić czy jest spełniony warunek stateczności skarp. W przypadku niespełnienia powyższego warunku Wykonawca jest zobowiązany do modyfikacji zbrojenia skarp. Przeprowadzone analizy i obliczenia oraz przyjęte rozwiązania techniczne muszą uzyskać akceptację Inżyniera. Koszty wszystkich powyższych czynności leżą po stronie Wykonawcy i należy je uwzględnić w cenie budowy nasypu.

### 2.2. Grunty i materiały do nasypów

Przydatność gruntów i materiałów do budowy nasypów została określona w ST D-02.01.01 w tabeli 1.

Dopuszcza się wznoszenie nasypów wyłącznie z gruntów i materiałów przydatnych do tego celu tzn. takich, które spełniają szczegółowe wymagania określone w specyfikacji i są zaakceptowane przez Inżyniera.

### 2.3. Grunt z dokopu

Brakującą ilość gruntów do wykonania nasypów Wykonawca uzyska z dokopu. Miejsce dokopu ustalone będzie przez Wykonawcę i zaakceptowane przez Inżyniera. Wykonawca jest odpowiedzialny za przydatność gruntu z dokopu na wykonanie nasypu. Grunty z dokopu powinny spełniać wymagania określone w PN-S-02205 dla gruntów niewysadzinowych.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania i ustalenia dotyczące sprzętu określono w ST D-M-00.00.00 pkt 3. i D-02.01.01 „Wykonanie wykopów w gruntach nieskalistych” w pkt. 3.

### 3.2. Dobór sprzętu zagęszczającego

W tablicy 2 podano, dla różnych rodzajów gruntów, orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego. Sprzęt do zagęszczania powinien być zatwierdzony przez Inżyniera.

**Tablica 2.** Orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego

Rodzaje urządzeń zagęszczających	Rodzaje gruntu						Uwagi o przydatności maszyn
	niespoiste: piaski, żwiry, pospółki		spoiste: pyły gliny, ily		gruboziarniste i kamieniste		
	grubość warstwy [ m ]	liczba przejść n ***	grubość warstwy [ m ]	liczba przejść n ***	grubość warstwy [ m ]	liczba przejść n ***	
Walce statyczne gładkie *	0,1 do 0,2	4 do 8	0,1 do 0,2	4 do 8	0,2 do 0,3	4 do 8	1)
Walce statyczne okołkowane *	-	-	0,2 do 0,3	8 do 12	0,2 do 0,3	8 do 12	2)
Walce statyczne ogumione *	0,2 do 0,5	6 do 8	0,2 do 0,4	6 do 10	-	-	3)
Walce wibracyjne gładkie **	0,4 do 0,7	4 do 8	0,2 do 0,4	3 do 4	0,3 do 0,6	3 do 5	4)
Walce wibracyjne okołkowane **	0,3 do 0,6	3 do 6	0,2 do 0,4	6 do 10	0,2 do 0,4	6 do 10	5)
Zagęszczarki wibracyjne **	0,3 do 0,5	4 do 8	-	-	0,2 do 0,5	4 do 8	6)
Ubijaki szybkouderzające	0,2 do 0,4	2 do 4	0,1 do 0,3	3 do 5	0,2 do 0,4	3 do 4	6)
Ubijaki o masie od 1 do 10 Mg zrzucone z wysokości od 5 do 10 m	2,0 do 8,0	4 do 10 uderzeń w punkt	1,0 do 4,0	3 do 6 uderzeń w punkt	1,0 do 5,0	3 do 6 uderzeń w punkt	

\*) Walce statyczne są mało przydatne w gruntach kamienistych.

\*\*) Wibracyjnie należy zagęszczać warstwy grubości  $\geq 15$  cm, cieńsze warstwy należy zagęszczać statycznie.

\*\*\*) Wartości orientacyjne, właściwe należy ustalić na odcinku doświadczalnym.

Uwagi:

1) Do zagęszczania górnych warstw podłoża. Zalecane do codziennego wygładzania (przywałowania) gruntów spoistych w miejscu pobrania i w nasypie.

2) Nie nadają się do gruntów nawodnionych.

3) Mało przydatne w gruntach spoistych.

4) Do gruntów spoistych przydatne są walce średnie i ciężkie, do gruntów kamienistych - walce bardzo ciężkie.

5) Zalecane do piasków pylastych i gliniastych, pospółek gliniastych i glin piaszczystych.

6) Zalecane do zasypek wąskich przekopów

## 4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania Ogólne” i Specyfikacji D-02.01.01 „Wykonanie wykopów w gruntach nieskalistych” w pkt. 4.

Sposób transportu przez Wykonawcę elementów przeznaczonych do wykonywania robót nie może powodować obniżenia ich jakości lub uszkodzeń trwałych. Transport materiałów należy prowadzić zgodnie z wytycznymi ich producentów.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 pkt 5.

### 5.2. Dokop

#### 5.2.1. Miejsce dokopu

Wykonawca dokona wyboru miejsca dokopu i musi być ono zaakceptowane przez Inżyniera. Dokopy muszą mieć wszelkie wymagane prawem zezwolenia na eksploatację i należy przeprowadzić rekultywację terenu zgodną z zezwoleniem na eksploatację. Budowa koniecznych dróg dojazdowych do dokopu należy do Wykonawcy.

#### 5.2.2. Zasady prowadzenia robót w dokopie

Pozyskiwanie gruntu z dokopu może rozpocząć się dopiero po pobraniu próbek i zbadaniu przydatności zalegającego gruntu do budowy nasypów oraz po wydaniu zgody na piśmie przez Inżyniera. Głębokość, na jaką należy ocenić przydatność gruntu powinna być dostosowana do zakresu prac. Grunty nieprzydatne do budowy nasypów nie powinny być odsapane, chyba że wymaga tego dostęp do gruntu przeznaczonego do przewiezienia z dokopu w nasyp. Odsapane przez Wykonawcę grunty nieprzydatne powinny być wbudowane z powrotem w miejscu ich pozyskania, zgodnie ze wskazaniami Inspektora Nadzoru. O ile to konieczne dokop należy odwodnić przez wykonanie rowu odpływowego. Dno i skarpy dokopu po zakończeniu jego eksploatacji powinny być tak ukształtowane, aby

harmonizowały z otaczającym terenem. Na dnie i skarpach dokopu należy przeprowadzić rekultywację według odrębnej Dokumentacji Projektowej opracowanej przez Wykonawcę.

### 5.3. Wykonanie nasypów

#### 5.3.1. Przygotowanie podłoża w obrębie podstawy nasypu

Przed przystąpieniem do wykonywania nasypu należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty przygotowawcze, określone w Dokumentacji Projektowej oraz w Specyfikacjach. Wykonawca przy użyciu widocznych palików wyznaczy zarysy skarp nasypów zgodnie z normą PN-S-02205 i Specyfikacją D-01.01.01. Przed przystąpieniem do wykonywania nasypów Wykonawca dokona obmiaru terenu po zdjęciu warstwy humusu

##### 5.3.1.1. Wycięcie stopni w zboczu (schodkowanie)

Jeżeli pochylenie poprzeczne terenu w stosunku do osi nasypu jest większe niż 1:5 należy, dla zabezpieczenia przed zsuwaniem się nasypu, wykonać w zboczu stopnie o spadku górnej powierzchni, wynoszącym około  $4\% \pm 1\%$  i szerokości od 1,0 do 2,5 m

##### 5.3.1.2. Zagęszczenie gruntu i nośność w podłożu nasypu

Wykonawca powinien skontrolować wskaźnik zagęszczenia gruntów rodzimych, zalegających w strefie podłoża nasypu, do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu. Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia jest mniejsza niż określona w tablicy 3, Wykonawca powinien dogęścić podłoże tak, aby powyższe wymaganie zostało spełnione.

Jeżeli wartości wskaźnika zagęszczenia określone w tablicy 3 nie mogą być osiągnięte przez bezpośrednie zagęszczanie podłoża, to należy podjąć środki w celu ulepszenia gruntu podłoża, umożliwiające uzyskanie wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia. Możliwe do zastosowania środki, o ile nie są określone w Specyfikacji, proponuje Wykonawca i przedstawia do akceptacji Inżyniera. Koszty powyższych czynności Wykonawca powinien uwzględnić w kosztach jednostkowych robót.

**Tablica 3.** Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia dla podłoża nasypów do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu

Nasypy o wysokości m	Minimalna wartość $I_s$	
	dla dróg kategorii KR3 – KR6	drogi kategorii KR1 i KR2 chodniki i ścieżki rowerowe
do 2	0,97	0,95
ponad 2	0,97	0,95

Dodatkowo należy sprawdzić nośność warstwy gruntu podłoża nasypu na podstawie pomiaru wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$ . Wymagania zgodnie z PN-02205 rysunek 3.

W przypadku wykonywania nasypów na podłożu wzmocnionym wg Projektu geotechnicznego (Tom 9/3) powyższe wymagania dotyczą podłoża wzmocnionego.

#### 5.3.2. Wybór gruntów i materiałów do wykonania nasypów

Wybór gruntów i materiałów do wykonania nasypów powinien być dokonany z uwzględnieniem zasad podanych w punkcie 2.

**W projekcie założono, że grunty dowożone z dokopu do wykonania robót ziemnych będą gruntami niewysadzinowymi ( wg tab.1 ST .02.01.01 ).**

#### 5.3.3. Zasady wykonania nasypów

##### 5.3.3.1. Ogólne zasady wykonywania nasypów

Nasypy powinny być wznoszone przy zachowaniu przekroju poprzecznego i profilu podłużnego, które określono w Dokumentacji Projektowej, z uwzględnieniem ewentualnych zmian wprowadzonych zawczasu przez Inżyniera.

W celu zapewnienia stateczności nasypu i jego równomiernego osiadania należy przestrzegać następujących zasad:

- Nasypy należy wykonywać metodą warstwową, z gruntów przydatnych do budowy nasypów. Nasypy powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości.
- Grubość warstwy w stanie luźnym powinna być odpowiednio dobrana w zależności od rodzaju gruntu i sprzętu używanego do zagęszczania. Przystąpienie do wbudowania kolejnej warstwy nasypu może nastąpić dopiero po stwierdzeniu przez Inżyniera prawidłowego wykonania warstwy poprzedniej.
- Grunty o różnych właściwościach należy wbudowywać w oddzielnych warstwach, o jednakowej grubości na całej szerokości nasypu.
- Warstwy gruntu przepuszczalnego należy wbudowywać poziomo. Spadek powinien być obustronny. Ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody.
- Jeżeli w okresie zimowym następuje przerwa w wykonywaniu nasypu, a górna powierzchnia jest wykonana z gruntu spoistego, to jej spadki poręczne powinny być ukształtowane ku osi nasypu, a woda odprowadzona poza nasyp z zastosowaniem ścieku. Takie ukształtowanie górnej powierzchni gruntu spoistego zapobiega powstaniu potencjalnych powierzchni poślizgu w gruncie tworzącym nasyp.
- Dla trasy zasadniczej i węzłów wykonać warstwę ulepszonego podłoża wg D-04.04.01,

- g) Dla pozostałych dróg górną warstwę nasypu, o grubości co najmniej 0,5 m należy wykonać z gruntów niewysadzinowych, o CBR >10%, wskaźniku wodoprzepuszczalności  $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5}$  m/s i wskaźniku różnoziarnistości  $U \geq 5$ . Jeżeli Wykonawca nie dysponuje gruntem o takich właściwościach, Inżynier może wyrazić zgodę na ulepszenie górnej warstwy nasypu poprzez stabilizację cementem lub wapnem. W takim przypadku jest konieczne sprawdzenie warunku nośności i mrozoodporności konstrukcji nawierzchni i wprowadzenie korekty, polegającej na rozbudowaniu podbudowy pomocniczej.
- h) Na terenach o wysokim stanie wód gruntowych oraz na terenach zalewowych dolne warstwy nasypu, o grubości co najmniej 0,5 m powyżej najwyższego poziomu wody, należy wykonać z gruntu przepuszczalnego.
- i) Grunt przewieziony w miejsce wbudowania powinien być bezzwłocznie wbudowany w nasyp. Inżynier może dopuścić czasowe składowanie gruntu, pod warunkiem jego zabezpieczenia przed nadmiernym zawilgoceniem.

#### 5.3.3.2. Wykonywanie nasypów w okresie deszczów

Wykonywanie nasypów należy przerwać, jeżeli wilgotność gruntu przekracza wartość dopuszczalną, to znaczy jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż 10% jej wartości.

Na warstwie gruntu nadmiernie zawilgoconego nie wolno układać następnej warstwy gruntu.

Osuszenie można przeprowadzić w sposób mechaniczny lub chemiczny, poprzez wymieszanie z wapnem palonym albo hydratyzowanym.

W celu zabezpieczenia nasypu przed nadmiernym zawilgoceniem, poszczególne jego warstwy oraz korona nasypu po zakończeniu robót ziemnych powinny być równe i mieć spadki potrzebne do prawidłowego odwodnienia, według pkt 5.3.3.1, poz. d).

W okresie deszczowym nie należy pozostawiać nie zagęszczonej warstwy do dnia następnego. Jeżeli warstwa gruntu niezagęszczonego uległa przewilgoceniu, a Wykonawca nie jest w stanie osuszyć jej i zagęścić w czasie zaakceptowanym przez Inżyniera, to może on nakazać Wykonawcy usunięcie wadliwej warstwy.

#### 5.3.3.3. Wykonywanie nasypów w okresie mrozów

Niedopuszczalne jest wykonywanie nasypów w temperaturze przy której nie jest możliwe osiągnięcie w nasypie wymaganego wskaźnika zagęszczenia gruntów.

Nie dopuszcza się wbudowania w nasyp gruntów zamarzniętych lub gruntów przemieszanych ze śniegiem lub lodem.

W czasie dużych opadów śniegu wykonywanie nasypów powinno być przerwane. Przed wznowieniem prac należy usunąć śnieg z powierzchni wznoszonego nasypu.

Jeżeli warstwa niezagęszczonego gruntu zamarzła, to nie należy jej przed rozmarznięciem zagęszczać ani układać na niej następnych warstw.

#### 5.3.3.4. Poszerzenie nasypu

Przy poszerzeniu istniejącego nasypu należy wykonywać w jego skarpie stopnie o szerokości do 1m. Spadek górnej powierzchni stopni powinien wynosić  $4\% \pm 1\%$  w kierunku zgodnym z pochyleniem skarpy. Wycięcie stopni obowiązuje zawsze przy wykonywaniu styku dwóch przyległych części nasypu, wykonanych z gruntów o różnych właściwościach lub w różnym czasie. Sukcesywnie w miarę postępu robót należy wykonywać minimum 2 stopnie na wykonywanym odcinku robót. Przy doborze sprzętu do zagęszczania należy uwzględnić pracę tych urządzeń w strefie zagrożonej osunięciem.

#### 5.3.4. Zagęszczenie gruntu

##### 5.3.4.1. Ogólne zasady zagęszczania gruntu

Każda warstwa gruntu jak najszybciej po jej rozłożeniu, powinna być zagęszczona z zastosowaniem sprzętu odpowiedniego dla danego rodzaju gruntu oraz występujących warunków.

Rozłożone warstwy gruntu należy zagęszczać od krawędzi nasypu w kierunku jego osi.

##### 5.3.4.2. Grubość warstwy

Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz liczbę przejść maszyny zagęszczającej zaleca się określić doświadczalnie dla każdego rodzaju gruntu i typu maszyny, zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 5.3.4.5.

Orientacyjne wartości, dotyczące grubości warstw różnych gruntów oraz liczby przejazdów różnych maszyn do zagęszczania podano w punkcie 3.

##### 5.3.4.3. Wilgotność gruntu

Wilgotność gruntu w czasie zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej, z tolerancją od  $\pm 5\%$  jej wartości. Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest niższa od wilgotności optymalnej o więcej niż  $-5\%$  jej wartości, to wilgotność gruntu należy zwiększyć przez dodanie wody.

Jeżeli wilgotność gruntu jest wyższa od wilgotności optymalnej o ponad  $+5\%$  jej wartości, grunt należy osuszyć w sposób mechaniczny lub chemiczny. Sposób osuszenia przewilgoconego gruntu powinien być zaakceptowany przez Inżyniera. Sprawdzenie wilgotności gruntu należy przeprowadzać laboratoryjnie, z częstotliwością określoną w punkcie 6.3.2 i 6.3.3.

##### 5.3.4.4. Wymagania dotyczące zagęszczania

W zależności od uziarnienia stosowanych materiałów, zagęszczenie warstwy należy określać za pomocą oznaczenia wskaźnika zagęszczenia lub porównania pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia.

Kontrolę zagęszczenia na podstawie porównania pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia, określonych zgodnie z normą PN-S-02205, należy stosować szczególnie dla gruntów gruboziarnistych, dla których nie jest możliwe określenie wskaźnika zagęszczenia  $I_s$ , według BN-77/8931-12

Wskaźnik zagęszczenia gruntów w nasypach, określony według normy BN-77/8931-12, powinien na całej szerokości korpusu spełniać wymagania podane w tablicy 4.

**Tablica 4.** Minimalne wartości nośności podłoża i wskaźnika zagęszczenia w nasypach w miejscach zerowych robót ziemnych.

Strefa korpusu liczona od poziomu robót ziemnych	Poziom [m]	Rodzaj drogi/Kategoria ruchu					
		Trasa główna i łącznice		Drogi lokalne		Drogi lokalne i dojazdowe	
		KR3÷KR6		KR3÷KR5		KR1÷KR2	
		$I_s$	$E_2$ [MPa]	$I_s$	$E_2$ [MPa]	$I_s$	$E_2$ [MPa]
poziom robót ziemnych*	0.00		50		80		50
w-wa o grub. od 0 do 0,20 m		1,00		1,00		0,97	
do 1,2				1,00		0,97	
do 2,0		1,00		0,97		0,95	
poniżej 2m		0,97		0,97		0,95	

\*przyjęto: - dla trasy głównej i łącznic węzłów - podłoże gruntowe pod warstwę ulepszanego podłoża wykonywanego wg D-04.04.01  
 - dla dróg lokalnych KR3÷KR5- poziom robót ziemnych pod konstrukcją nawierzchni  
 - dla dróg lokalnych i dojazdowych KR1÷KR2 - poziom robót ziemnych pod warstwą mrozochronną

Jeżeli jako kryterium oceny dobrego zagęszczenia gruntu stosuje się porównanie wartości modułów odkształcenia, to wartość stosunku wtórnego do pierwotnego modułu odkształcenia  $I_o$  jest zróżnicowana w zależności od rodzaju gruntu, zgodnie z normą PN-S-02205: 1998.

Wskaźnik odkształcenia nie powinien być większy niż:

dla żwirów, pospółek i piasków

$I_o \leq 2,2$  przy wymaganej wartości  $I_s \geq 1,0$

$I_o \leq 2,5$  przy wymaganej wartości  $I_s < 1,0$

Jeżeli badania kontrolne wykażą, że zagęszczenie warstwy nie jest wystarczające, to Wykonawca powinien spulchnić warstwę, doprowadzić grunt do wilgotności optymalnej i powtórnie zagęścić. Jeżeli powtórne zagęszczenie nie spowoduje uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia, Wykonawca powinien usunąć warstwę i wbudować nowy materiał, o ile Inżynier nie zezwoli na ponowienie próby prawidłowego zagęszczenia warstwy.

Całościowej oceny cech nośności warstwy gruntu dokonuje się na podstawie pomiaru wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  za pomocą obciążenia statycznego płytą o średnicy 300 mm. Wymagane minimalne wartości wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  należy przyjmować wg tablicy 4.

Wartość modułu odkształcenia należy wyznaczyć dla końcowego obciążenia 0,25 MPa lub 0,35 MPa w zależności od badanej warstwy według wzoru:

$$E_{1,2} = \frac{3\Delta p}{4\Delta s} D$$

w którym:

D – średnica płyty, mm

$\Delta p$  – przyrost obciążenia, MPa

$\Delta s$  – przyrost odkształcenia, mm

#### 5.3.4.5. Próbne zagęszczenie

Poletko doświadczalne dla próbnego zagęszczenia gruntu o minimalnej powierzchni 300m<sup>2</sup>, powinno być wykonane na terenie oczyszczonym z gleby, na którym układa się grunt czterema pasmami o szerokości 3,5 - 4,5m każde. Poszczególne warstwy układanego gruntu powinny mieć w każdym pasie inną grubość z tym, że wszystkie muszą mieścić się w granicach właściwych dla danego sprzętu zagęszczającego.

Wilgotność gruntu powinna być równa optymalnej z tolerancją podaną w p. 5.3.4.3. Grunt ułożony na poletku według podanej wyżej zasady powinien być następnie zagęszczony, a po każdej serii przejść maszyny należy określić wskaźniki zagęszczenia, dopuszczając stosowanie aparatów izotopowych.

Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia należy wykonać co najmniej w 4 punktach, z których co najmniej 2 powinny umożliwić ustalenie wskaźnika zagęszczenia w dolnej części warstwy. Na podstawie porównania uzyskanych wyników zagęszczenia z wymaganiami podanymi w pkt. 5.3.4.4 dokonuje się wyboru sprzętu i ustala się potrzebną liczbę przejść oraz grubość warstwy rozkładanego gruntu.

## 5.4. Odkłady

### 5.4.1. Warunki ogólne wykonania odkładów

Roboty omówione w tym punkcie dotyczą postępowania z gruntami lub innymi materiałami, które zostały pozyskane w czasie wykonywania wykopów, a które nie będą wykorzystane do budowy nasypów oraz innych prac związanych z trasą drogową.

Grunty lub inne materiały powinny być przewiezione na odkład, jeżeli:

- a) stanowią nadmiar objętości w stosunku do objętości gruntów przewidzianych do wbudowania,
- b) są nieprzydatne do budowy nasypów oraz wykorzystania w innych pracach, związanych z budową trasy drogowej,
- c) ze względu na harmonogram robót nie jest ekonomicznie uzasadnione oczekiwanie na wbudowanie materiałów pozyskiwanych z wykopu.

Wykonawca może przyjąć, że zachodzi jeden z podanych wyżej przypadków tylko wówczas, gdy zostało to jednoznacznie określone w Dokumentacji Projektowej, harmonogramie robót lub przez Inżyniera.

### 5.4.2. Lokalizacja odkładu

Jeżeli pozwalają na to właściwości materiałów przeznaczonych do przewiezienia na odkład, materiały te powinny być w razie możliwości wykorzystane do wyrównania terenu, zasypania dołów i sztucznych wyrobisk. Roboty te powinny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i odpowiednimi zasadami, dotyczącymi wbudowania i zagęszczania gruntów oraz wskazówkami Inżyniera.

Jeżeli nie przewidziano zagospodarowania nadmiaru objętości w sposób określony powyżej, materiały te należy przewieźć na odkład.

Miejsce odkładu zostanie wybrane przez Wykonawcę. Musi być ono zaakceptowane przez Inżyniera. Niezależnie od tego, Wykonawca musi uzyskać zgodę właściciela terenu.

O ile odkład zostanie wykonany w niezgodnym miejscu lub niezgodnie z wymaganiami, to zostanie on usunięty przez Wykonawcę na jego koszt, według wskazań Inżyniera. Konsekwencje finansowe i prawne, wynikające z ewentualnych uszkodzeń środowiska naturalnego wskutek prowadzenia prac w niezgodnym do tego miejscu, obciążają Wykonawcę.

### 5.4.3. Zasady wykonania odkładów

Wykonanie odkładów, a w szczególności ich wysokość, pochylenia, zagęszczenie oraz odwodnienie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi przez Inżyniera. Jeżeli nie określono inaczej, należy przestrzegać ustaleń podanych w normie PN-S-02205 to znaczy odkład powinien być uformowany w pryzmę o wysokości do 1,5m, pochyleniu skarp 1 - 1,5 i spadku korony 2 - 5%.

Odkłady powinny być tak ukształtowane, aby harmonizowały z otaczającym terenem. Powierzchnie odkładów powinny być obsiane trawą, obsadzone krzewami lub drzewami albo przeznaczone na użytki rolne lub leśne, zgodnie z dokumentacją projektową.

Odsparowanie materiału przewidzianego do przewiezienia na odkład powinno być przerwane, o ile warunki atmosferyczne lub inne przyczyny uniemożliwiają jego wbudowanie zgodnie z wymaganiami sformułowanymi w tym zakresie w dokumentacji projektowej, Specyfikacjach lub przez Inżyniera.

Przed przewiezieniem gruntu na odkład Wykonawca powinien upewnić się, że spełnione są warunki określone w pkt. 5.4.1. Jeżeli wskutek pochopnego przewiezienia gruntu na odkład przez Wykonawcę, zajdzie konieczność dowiezienia

## 5.5. Ruch budowlany

Nie należy dopuszczać ruchu budowlanego po dnie wykopu o ile grubość warstwy gruntu (nakładu) powyżej rzędnych robót ziemnych jest mniejsza niż 0,3 metra.

Z chwilą przystąpienia do ostatecznego profilowania dna wykopu dopuszcza się po nim jedynie ruch maszyn wykonujących tę czynność budowlaną. Może odbywać się jedynie sporadyczny ruch pojazdów, które nie spowodują uszkodzeń powierzchni korpusu.

Zabroniony jest ruch jakichkolwiek pojazdów nie biorących udziału w budowie po wykonywanym poszerzeniu nasypu.

Naprawa uszkodzeń powierzchni robót ziemnych, wynikających z niedotrzymania podanych powyżej warunków obciąża Wykonawcę robót ziemnych.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 pkt 6.

## 6.2. Sprawdzenie wykonania dokopu

Sprawdzenie wykonania ukopu i dokopu polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w punkcie 5.2 niniejszej specyfikacji oraz w Dokumentacji Projektowej i ST. W czasie kontroli należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie:

- a) zgodności rodzaju gruntu z określonym w Dokumentacji Projektowej i ST,
- b) zachowania kształtu zboczy, zapewniającego ich stateczność,
- c) odwodnienia,
- d) zagospodarowania terenu po zakończeniu eksploatacji ukopu.

## 6.3. Sprawdzenie jakości wykonania nasypów

### 6.3.1. Rodzaje badań i pomiarów

Sprawdzenie jakości wykonania nasypów polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w punktach 2.3 oraz 5.3 niniejszej specyfikacji.

Szczególną uwagę należy zwrócić na:

- badania przydatności gruntów do budowy nasypów,
- badania prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu,
- badania zagęszczenia oraz nośności warstw i podłoża nasypu,
- pomiary kształtu nasypu.
- odwodnienie nasypu

### 6.3.2. Badania przydatności gruntów do budowy nasypów

Badania przydatności gruntów do budowy nasypu powinny być przeprowadzone na próbkach pobranych z każdej partii przeznaczonych do wbudowania w korpus ziemny, pochodzącej z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż jeden raz na 3000 m<sup>3</sup>. W każdym badaniu należy określić następujące właściwości:

- skład granulometryczny, wg PN-B-04481 (wskaźnik różnoziarnistości),
- zawartość części organicznych, wg PN-B-04481,
- wilgotność naturalną, wg PN-B-04481,
- wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego, wg PN-B-04481,
- kapilarność bierną, wg PN-B-04493,
- wskaźnik piaskowy, wg BN-64/8931-01,
- wskaźnik wodoprzepuszczalności wg PN-B-04492 (dla warstw dla których jest wymagany).

### 6.3.3. Badania kontrolne prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu

Badania kontrolne prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu polegają na sprawdzeniu:

- prawidłowości rozmieszczenia gruntów o różnych właściwościach w nasypie,
- odwodnienia każdej warstwy,
- grubości każdej warstwy i jej wilgotności przy zagęszczaniu;
- przestrzegania ograniczeń określonych w punktach 5.3.3.8 i 5.3.3.9, dotyczących wbudowania gruntów w okresie deszczów i mrozów.

### 6.3.4. Sprawdzenie zagęszczenia i nośności nasypu oraz podłoża nasypu

Sprawdzenie zagęszczenia nasypu oraz podłoża nasypu polega na skontrolowaniu zgodności wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  lub stosunku modułów odkształcenia z wartościami określonymi w punktach 5.3.1.2 i 5.3.4.4. Do bieżącej kontroli zagęszczenia dopuszcza się aparaty izotopowe.

Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  powinno być przeprowadzone według normy BN-77/8931-12, oznaczenie modułów odkształcenia według normy PN-S-02205:1998.

Zagęszczenie każdej warstwy należy kontrolować nie rzadziej niż:

- jeden raz w trzech punktach na 3000 m<sup>2</sup> warstwy,
- Zagęszczenie i nośność ostatniej warstwy (poziom robót ziemnych) i podłoża należy kontrolować nie rzadziej niż:
  - jeden raz w trzech punktach na 2000 m<sup>2</sup> warstwy

Wyniki kontroli zagęszczenia robót Wykonawca powinien wpisywać do dokumentów laboratoryjnych. Prawidłowość zagęszczenia konkretnej warstwy nasypu lub podłoża pod nasypem powinna być potwierdzona przez Inżyniera wpisem w dzienniku budowy.

### 6.3.5. Pomiary kształtu nasypu

Pomiary kształtu nasypu obejmują kontrolę:

- prawidłowości wykonania skarp,
- szerokości korony korpusu.

Sprawdzenie prawidłowości wykonania skarp polega na skontrolowaniu zgodności z wymaganiami dotyczącymi pochyłeń i dokładności wykonania skarp, określonymi w Dokumentacji Projektowej, ST oraz w punkcie 5.3.5 niniejszej specyfikacji.



Sprawdzenie szerokości korony korpusu polega na porównaniu szerokości korony korpusu na poziomie wykonywanej warstwy nasypu z szerokością wynikającą z wymiarów geometrycznych korpusu, określonych w Dokumentacji Projektowej.

## 6.4. Dokładność wykonania robót ziemnych

Zbiorcze zestawienie wymagań zawarto w tablicy nr 7.

**Tablica 7.** Dokładność wykonania robót ziemnych

Lp.	Część budowli	Jednostka	Dokładność
1.	Korpus ziemny : - oś korpusu drogowego - szerokość górnej powierzchni - nierówności powierzchni <sup>*)</sup> - pochylenie poprzeczne górnej powierzchni - niweleta górnej powierzchni - pochylenie warstw gruntów mało przepuszczalnych	cm cm cm % cm %	$\pm 10$ $+ 10, - 0$ $\pm 4$ $\pm 1$ $+ 1, - 3$ $\pm 1$
2.	Skarpy: - pochylenia 1:m - nierówność powierzchni pod warstwą ziemi urodzajnej - nierówności górnej powierzchni ziemi urodzajnej <sup>*)</sup>	% pochylenia cm cm	$\pm 10$ $\pm 10$ $\pm 10$
3.	Rowy: - szerokość - rzędne profilu dna	cm cm	5 $+ 1, - 3$
<sup>*)</sup> Nierówności mierzone łąką 3 m			

## 6.5. Sprawdzenie jakości wykonania odkładu

Sprawdzenie wykonania odkładu polega na sprawdzeniu zgodności z wymaganiami określonymi w p. 2 oraz p. 5.4 niniejszej Specyfikacji.

Szczególną uwagę należy zwrócić na:

- prawidłowość usytuowania i kształt geometryczny odkładu
- odpowiednie wbudowanie gruntu
- właściwe zagospodarowanie  $\geq$  odkładu.

## 6.6. 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 na polecenie Inżyniera Wykonawcy wymieni je na właściwe.

## 7. OBMIAR ROBÓT

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 pkt 7.

### 7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m<sup>3</sup> (metr sześcienny) wykonanego nasypu.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w Specyfikacji D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt 8. Roboty ziemne uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D-M-00.00.00 pkt 9.

### 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostkowa dla nasypów budowanych z gruntu pochodzącego z dokopu obejmuje roboty opisane w niniejszej specyfikacji, a w szczególności:

- prace pomiarowe i oznakowanie robót,
- przygotowanie podstawy nasypu,
- zakup, transport urobku z dokopu na miejsce wbudowania w nasypie,
- w zależności od użytego materiału dodatkowe zabezpieczenie przeciwoerozyjne skarp oraz dodatkowe zbrojenie konstrukcji skarp zgodnie z pkt.2.1.
- zagęszczenie gruntu rodzimego do wymaganego wskaźnika zagęszczenia (w przypadku braku odpowiedniego zagęszczenia doprowadzenie gruntu rodzimego do wymaganych parametrów),
- wbudowanie gruntu w nasyp,
- zagęszczenie warstw nasypu zgodnie z wymogami dokumentacji projektowej i Specyfikacji,
- w przypadku braku odpowiedniego zagęszczenia doprowadzenie wykonywanego nasypu do wymaganych parametrów,
- profilowanie powierzchni nasypu, rowów i skarp z nadaniem im spadków i pochyłości zgodnych z Dokumentacją Projektową i Specyfikacją,
- wyprofilowanie skarp dokopu,
- uporządkowanie terenu dokopu i terenu przyległego do drogi,
- odwodnienie terenu robót,
- utrzymywanie drożności rowów w trakcie inwestycji w zakresie funkcjonowania istniejącego układu odwodnienia,
- wykonanie, utrzymanie a następnie rozebranie dróg technologicznych,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań laboratoryjnych, dotyczących w szczególności właściwości wbudowanych gruntów, wskaźnika zagęszczenia poszczególnych warstw nasypu i nośności górnej warstwy,
- uporządkowanie terenu,
- wykonanie koniecznych elementów tymczasowych obejmujące: przygotowanie terenu, wykonanie elementów tymczasowych, utrzymanie, rozbiórkę, doprowadzenie terenu do stanu pierwotnego oraz inne roboty niezbędne do wykonania, nie wymienione powyżej.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

- |                   |   |
|-------------------|---|
| 1. PN-B-02481     | Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole, symbole literowe i jednostki miar.             |
| 2. PN-EN 1997-2   | Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.    |
| 3. PN-B-04481     | Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.   |
| 4. PN-B-06050     | Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.   |
| 5. PN-S-02205     | Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.  |
| 6. PN-S-02204     | Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg.  |
| 7. PN-ISO 11048   | Jakość gleby. Oznaczanie siarczanów(VI) rozpuszczalnych w wodzie i rozpuszczalnych w kwasie   |
| 8. BN-64/8931-01  | Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego.   |
| 9. BN-75/8931-03  | Drogi samochodowe. Pobieranie próbek gruntów do celów drogowych i lotniskowych.               |
| 10. BN-77/8931-12 | Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.                                  |
| 11. PN-B-04492    | Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczenie wskaźnika wodoprzepuszczalności. |

### 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